

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní



DIPLOMOVÁ PRÁCA

Liberec 2008

Bc. Martina Schillerová

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní

Studijní program: N3106 Textilní inženýrství

Katedra oděvnictví

**Odolnost' a trvanlivost' nanoúprav textilných
materiálův**

**Immunity and durability nanofinishing of textile
materials**

Diplomová práca
KOD/2009/06/15_MS

Autor:	Bc. Martina Schillerová
Vedoucí DP práce:	Prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
Počet stran textu:	62
Počet obrázků:	16
Počet grafů:	6
Počet tabulek:	21
Počet příloh:	16

V Liberci 30.5. 2009

Prehlásenie

Prehlasujem, že predložená diplomová práca ja pôvodná a spracovala som ju samostatne. Prehlasujem, že citácia použitých prameňov je úplná, že som v práci neporušila autorské práva (v zmysle zákona č. 121/2000 Sb. O práve autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

Súhlasím s umiestnením diplomovej práce v Univerzitnej knižnici TUL.

Bola som oboznámená s tým, že na moju diplomovú prácu sa plne vzťahuje zákon č. 121/2000 Sb. o práve autorskom, hlavne § 60 (školské dielo).

Beriem na vedomie, že TUL má právo na uzatvorenie licenčnej zmluvy o použití mojej diplomovej práce (predaj, požičanie apod.).

Som si vedomá toho, že použiť svoju diplomovú prácu, či poskytnúť licenciu k jej využitiu môžem iba so súhlasom TUL, ktorá má právo odo mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, vynaložených univerzitou na vytvorenie diela (až do jej skutočnej výšky).

V Liberci, dňa 30. mája 2009

.....

podpis

Podakovanie

Na tomto mieste by som rada poďakovala všetkým, ktorí mi akýmkoľvek spôsobom pomohli pri spracovaní mojej práce. Zvlášť by som chcela poďakovať môjmu vedúcemu diplomovej práce, Prof. Dr. Ing. Zdeňkovi Kůsovi, za jeho odbornú pomoc, trpezlivosť, pripomienky a cenné rady pri vypracovaní diplomovej práce a taktiež Šestákovi Jozefovi, Ing., CSc. z VÚTCH-CHEMITEX, s.r.o.

Samozrejme moja vďaka patrí taktiež celej mojej rodine za všestrannú podporu pri mojom vysokoškolskom štúdiu.

Odolnosť a trvanlivosť nanoúprav textilných materiálov

Anotácia

Tato práca sa zaoberá problematikou nanoúprav textilných materiálov. Je zisťovaná odolnosť a trvanlivosť týchto úprav, špeciálne na tkaninách s vodoodpudivou nanoúpravou (tzv. lotosovým efektom). Odolnosť je zisťovaná na troch druhoch tkanín, ktorých povrch je pokrytý nanoúpravou od firmy Schoeller® – NanoSphere®. Textílie boli vystavované odieraniu na rotačnom odierači a následne bol hodnotený odperľovací efekt a množstvo pretečenej vody po zmáčaní prístrojom Bundesmann. Pre spotrebiteľa je dôležité vedieť ako sa bude odev s nanoúpravou správať po praní a z toho dôvodu boli textílie podrobené skúmaniu aj po pracích cykloch.

Anotation

This work deals with the problematic of nano-modification of fabric materials. The resistance and durability of these adjustments are identified, especially on the fabrics with the water-repellence nano-modification (called lotosy effect). Resistance is recorded on the three types of fabric, which surface is covered with nano-modification from Schoeller ® Company - NanoSphere ®. Textiles have been exposed to abrasion on the rotation abrader and subsequently were evaluated by the water-drop effect and the amount of overflow water after wetting by the Bundesmann`s device. For the consumer it is important to know how the dress with nano-modification will behave after washing and therefore the fabric were subjected to investigate even after the washing cycles.

Kľúčové slová -Key words:

nanotechnológia - nanotechnology

nanovlákná - nanofibers

nanóúpravy - nanofinishing

odolnosť - immunity

trvanlivosť - durability

Zoznam použitých symbolov a skratiek

ČSN	národné normy	
EN	európske normy	
ISO	medzinárodné normy	
LG	liquid gas	
SG	solid gas	
SL	solid liquid	
U	hmotnostný prírastok	
UV	ultraviolet	
σ	povrchové napätí	$[\text{N} \cdot \text{m}^{-1}]$
ΘC	úhel smáčení	$[\text{rad}]$

Obsah

Zoznam použitých symbolov a skratiek	5
Obsah	9
Úvod.....	11
1 Teoretická časť.....	13
1.1 Nanotechnológia	13
1.1.1 História nanotechnológie	13
1.1.2 Nanotechnológia	13
1.1.2.1 Nanotechnológia v prírode.....	14
1.1.3 Nanovlákná	16
1.1.4 Nanomateriály.....	18
1.2 Technológia zušľachtovania.....	20
1.2.1 Vlastnosti povrchov plošných útvarov a vlákien.....	20
1.2.1.1 Adhézia a zmáčanie povrchov.....	20
1.2.1.2 Veľkosť pórov	22
1.2.1.3 Priepustnosť plynov a pár textíliami.....	22
1.2.1.4 Elektrická vodivosť.....	22
1.2.2 Finálne úpravy textílií.....	23
1.2.3 Úpravy pre ľahkú údržbu textilných materiálov.....	23
1.2.3.1 Nezážavá, nemačková a nežehlivá úprava.....	24
1.2.3.1.1 Hodnotenie nezážavej, nemačkavej a nežehlivej úpravy	24
1.2.3.2 Antistatická úprava	25
1.2.3.2.1 Hodnotenie antistatickej úpravy	26
1.2.3.3 Nešpinivá úprava	27
1.2.3.3.1 Hodnotenie nešpinivej úpravy	28
1.2.3.4 Hydrofóbná úprava	28
1.2.3.4.1 Hodnotenie hydrofóbnej úpravy	30
1.2.3.5 Oleofóbná úprava.....	31
1.2.3.5.1 Hodnotenie oleofóbnej úpravy.....	32
1.2.4 Úpravy nanosystémom	32
1.2.4.1 Textílie s úpravou NANO-PEL®	32
1.2.4.2 Textílie s úpravou NANO DRY	33
1.2.4.3 Textílie s úpravou NANO H&C®	33

1.2.9 Úprava schoeller®-NanoSphere®	33
1.2.10 Úprava 3XDRY®	34
1.2.11 Antimikrobiálna úprava	34
1.3 Vlastnosti odevných materiálov	36
1.3.1 Užité vlastnosti textílií	36
1.3.2 Trvanlivosť	36
1.3.3 Odolnosti textílií	37
1.3.3.1 Odolnosť proti oderu	38
1.3.3.1.1 Skúška odierania pomocou rotačného odierača	38
1.3.3.1.2 Vyhodnotenie skúšky	39
1.3.3.1.3 Skúška odierania pomocou vrtuľkového odierača	39
1.3.3.1.4 Skúška odierania pomocou prístroja Martindale	40
2 Experimentálna časť	42
2.1 Návrh experimentu	42
2.2 Charakteristika použitých vzoriek	43
2.2.2 Program NIS- Elements	43
2.3 Príprava vzoriek	44
2.4 Použité zariadenia pre experiment	44
2.4.1 Bundesmann	44
2.4.2 Rotačný odierač – Karl Schröder K6	46
2.4.3 Elektronické váhy	48
2.5 Postup skúšky	48
2.6 Výsledky merania – experiment č. 1	49
2.6.1 Vyhodnotenie merania – experiment č.1	55
2.7 Výsledky merania – experiment č. 2	57
2.6.1 Vyhodnotenie merania – experiment č.2	60
3 Záver	62
Zoznam použitej literatúry	63
Zoznam použitých obrázkov	66
Zoznam použitých tabuliek	67
Zoznam použitých tabuliek	67
Zoznam použitých grafov	68

Úvod

V posledných niekoľkých desaťročiach sa objavuje nový pojem tzv. nanotechnológia. Na možnosti z oblasti „nanosveta“ ako prvý poukázal Richard P. Feynman, ktorý svoju víziu o nanotechnológii predniesol v decembri roku 1959 pri príležitosti zasadania Americkej fyzikálnej spoločnosti na Kalifornskej technologickej univerzite. Jeho prednáška mala názov „There's Plenty of Room at the Bottom“ a pojednávala o možnostiach praktického využitia sveta atómov a molekúl v budúcnosti. V nej predpovedal možnosti vytvárania materiálov a mechanizmov na úrovni atómov a molekúl. Feynman vtedy naznačil, že to bude možné až vtedy, kedy bude k dispozícii experimentálna technika, ktorá umožní manipulovať s "nano"-štruktúrami a merať ich vlastnosti. V osemdesiatych rokoch boli takéto prístroje vynájdené. Tie, ako napr. rastrovací tunelový mikroskop (STM), mikroskop využívajúci atómovú silu (AFM), optický rastrovací sondový mikroskop blízkeho poľa (NSOM) apod., umožňujú skúmať nanoštruktúry.

Nanotechnológia sa radí k jednej z najčastejšie diskutovaných technológií súčasnosti. Ako nanotechnológia sa všeobecne označuje vedný obor výskumu a vývoja, ktorý sa zaoberá cieľovým vytváraním a využívaním štruktúr materiálov v merítke niekoľkých nanometrov aspoň v jednom rozmere.

Čo to vlastne je „nano“ v spojení s textilom a odevmi? Toto krátke slovíčko sa v posledných rokoch stalo kúzelným marketingovým zaklínadlom. A keď do vyhľadávača Google zadáte heslo „nano“, získate takmer dva milióny odkazov. Obchodníci aj spotrebitelia sa takto nemôžu orientovať v ponuke „nanoodevov“. S ťažkosťou môžu posúdiť, čo im takéto odevy majú priniesť a či im sľúbenú službu skutočne budú dlhodobo prinášať.

Ako prvé bolo potrebné odpovedať na otázku, čo to vlastne „nano“ v prípade textilných výrobkov je a aké funkcie prináša.

V textilnom priemysle sa jedná predovšetkým o prípravu vlákien miniatúrnych priemerov z polymérneho roztoku alebo taveniny. Tzv. nanovlákná môžu byť vyrobené niekoľkými spôsobmi, ale iba výroba pomocou elektrostatického zvlákňovania ja zatiaľ jediným možným spôsobom výroby v masovom merítke. Veľmi jemné vlákna s priermi vlákien radovo v nanometroch sa vyznačujú výnimočnými vlastnosťami, obzvlášť vysokým merným povrchom, čo je pomer povrchu vlákien k jej objemu,

veľkou pórovitosťou vlákennej vrstvy s malým rozmerom pórov. Tieto vlastnosti činia nanovlákná vhodnými kandidátmi pre uplatnenie v mnohých odvetviach ľudského života, ako je zdravotníctvo, strojársky priemysel, ale aj ochrana životného prostredia.

S príchodom nanovedy a nanotechnológie sa začala vyvíjať nová oblasť textilných dokončovacích prác s názvom „nanoúpravy“. Napríklad nohavice s nanoúpravou nielenže musia byť odolné voči znečisteniu, ale zároveň nesmie byť výrazne dotknutá ich priedušnosť. Ich nanoúprava musí byť odolná v priebehu nosenia, tj. odolná voči oderu a musí vydržať predpokladaný počet pracích cyklov určených pre životnosť nohavíc (pranie a sušenie). Tieto uvedené požiadavky jednoznačne odlišujú skutočnú nanoúpravu od klasických chemických úprav vytvárajúcich na upravenom produkte tenký film.

Úlohou tejto práce bude oboznámiť s rôznymi typmi nanoúprav a zistiť aká je ich odolnosť a trvanlivosť pri bežnom používaní.

1 Teoretická časť

V tejto časti sú vysvetlené jednotlivé pojmy súvisiace s nanotechnológiou. Taktiež sú tu uvedené rôzne druhy nanoúprav a ich použitie na odevné materiály. Ako ďalšie sú popísané odolnosti a trvanlivosti nanoúprav, vrátane ich skúšania a hodnotenia.

1.1 Nanotechnológia

1.1.1 História nanotechnológie

Prvé pokusy o výrobu nanovlákn boli realizované v rokoch 1934 až 1944. Spoločnosť FormalaS v tú dobu publikovala radu patentov popisujúcich experimentálnu inštaláciu pre výrobu polymerných vlákien pri použití elektrostatickej sily.

V roku 1952 vedeli Vonnegut a Neubauer vyrobiť prúd vysoko elektrifikovaných uniformných kvapôčok o priemere 0,1 mm a o tri roky neskôr vyskúmal Drozin rozptyľovanie rád tekutín do aerosolu pri vysokom elektrickom potenciáli.

Ďalší krok učinil v roku 1966 Simon, ktorý patentoval prístroj na výrobu ultratenkých nanovláknenných tkanín s rôznymi vzormi pri použití elektrostatického zvlákňovania. Zistil, že vlákna z nízkoviskózných roztokov mali tendenciu sa skracovať a zjemňovať, zatiaľ čo vlákna z vysokoviskózných roztokov boli pomerne stále spojité.

V roku 1971 Baumgarten zhotovil prístroj k elektrovlákňovaniu akrylických vlákien s priemerom v rozmedzí 0,05 – 1,1 mikrónov. Zvlákňovaná kvapka sa uvoľňovala z kapilárnej trubky z nerezovej ocele a jej stála veľkosť bola udržiavaná úpravou privádzajúcej rýchlosti infúznej pumpy. Kapilárna trubka bola spojená s elektródou s vysokým napätím, zatiaľ čo vlákna boli zachycované na uzemnenej kovovej clone. [1,2]

1.1.2 Nanotechnológia

Nanotechnológia je vedný obor, ktorý sa zaoberá presnou a zámernou manipuláciou hmoty na úrovni atómov. Všetky veci okolo nás sú vytvorené z atómov a vlastnosti týchto látok závisia na tom, ako sú vlastné atómy v určitej látke

usporiadané. Napríklad, keď preorganizujeme atómy v kúsku uhlia, môžeme dostať diamant.

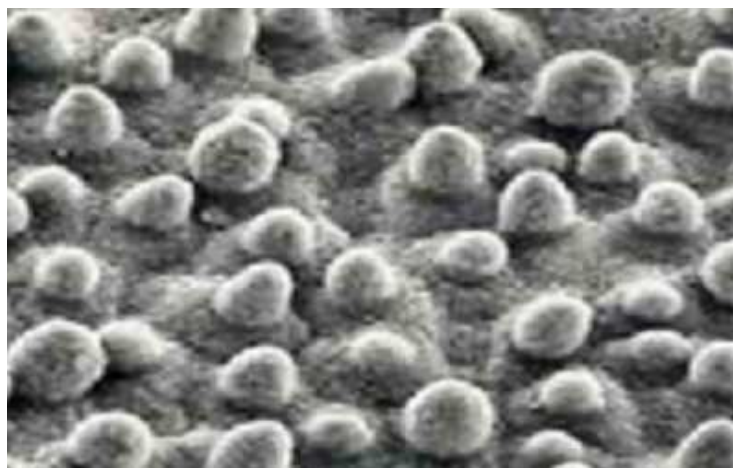
V oblasti nanotechnológie sa pracuje so štruktúrami, ktoré majú rozmery radovo v nanometroch. Nano je latinská predpona a znamená 10^{-9} . Teda 1 nm je jedna miliardina z metra. Nanotechnológia je skupina rozvíjajúcich sa technológií (technológia v pevnom stave, biotechnológia, chemická technológia, atď.), ktoré metódami zhora nadol (top-bottom) a zdola nahor (bottom-top) konvergujú k nanorozmerom. V súčasnej dobe pozostáva nanotechnológia zo štyroch hlavných častí: nanoelektroniky, nanomateriálov, molekulárnej nanotechnológie a mikroskopov pracujúcich s rozlíšiteľnosťou v nanometroch.

Nanotechnológiu si môžeme predstaviť ako všezahrňujúci popis aktivít na úrovni atómov a molekúl, ktoré majú uplatnenie v reálnom svete. Ich precíznym poskladaním môžu byť vytvorené materiály s presne požadovanými vlastnosťami. Toto je v skutočnosti základný princíp fungovania nanotechnológie [3, 4, 5, 6].

1.1.2.1 Nanotechnológia v prírode

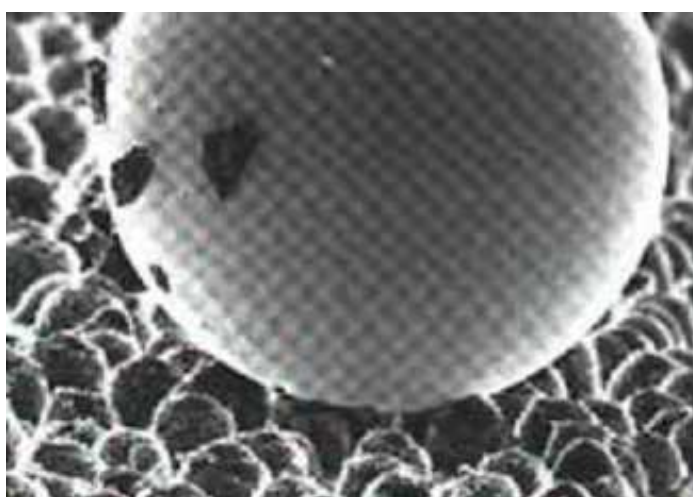
Živá príroda je srdcovou záležitosťou nanotechnológov. Počas štyroch miliárd rokov svojej existencie našla veľa ohromujúcich riešení na svoje problémy. Typické pritom je, že život štrukturuje svoju hmotu až do najmenších detailov, až na úroveň atómov. A o to isté sa snažia aj nanotechnológovia [7].

Lotos. Nie je náhoda, že symbolom čistoty sa stala práve táto rastlina. Kvetina, ktorú nájdeme v bažinatých vodách doslova nepoškvrnenú, fascinuje ľudstvo od nepamäti. Až moderné technológie umožnili nechať sa ňou inšpirovať k výrobe materiálov s podobne obdivujúcimi vlastnosťami. Kúzlo lotosových listov odhalil v 80. rokoch minulého storočia fyzik Wilhelm Barthlott z Bonnskej univerzity. Aj keď selský rozum napovedá, že čím hladší materiál sa vyrobí, tým je jednoduchšie udržať ho v čistote, v skutočnosti je to presne naopak. Vedec zistil, že povrch lotosových listov pokrývajú tisíce mikroskopických výbežkov z voskov, obr. 1.



Obr. 1: Povrch lotosového listu

Tento materiál, ako je známe, odpudzuje vodu. Vďaka fyzikálnym zákonom majú kvapky vody tendenciu dotýkať sa minivýbežkov čo najmenšou časťou svojho povrchu. Tým pádom kvapky získajú tvar takmer ideálnej gule a ľahko sa odkotúľajú preč. Zároveň na seba ako snehová guľa nabaľujú všetky nečistoty, ktoré im prídu do cesty. Obyčajná kvapka pritom dokáže špinu iba rozmazať, obr.2. Pre popísaný jav sa ujalo pomenovanie lotosový efekt.



Obr. 2: Kvapka vody na liste lotosu odnáša špinu zo sebou

Ďalšie výskumy ukázali, že tento jav nie je v prírode tak ojedinelý. Podobnú štruktúru nájdeme aj na listoch tulipánov či na motýľích krídlach. Motýľ potrebuje mať svoje krídla nezmáčavé ešte viac ako lotos svoje listy. Motýle majú zaujímavejší povrch

svojích krídel ako sú hrboľky lotosových listov. Ich krídla sú pokryté drobnými šupinkami, obr. 2.

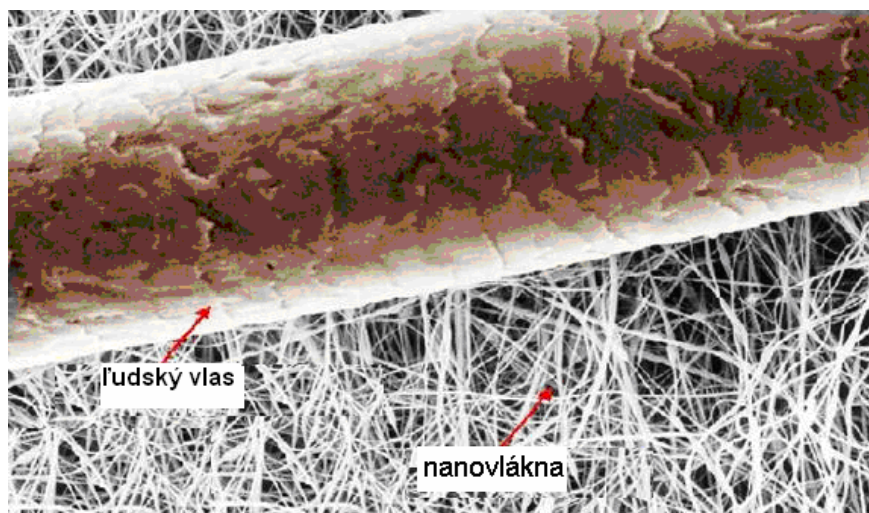


Obr. 3: Detail šupiniek na krídlach motýľa

Čínski vedci merali zmáčivosť povrchu motýľích krídel a zistili veľmi malé uhly zmáčania. Bohužiaľ vedci skúšali nezmáčivosť iba pomocou veľkých kvapiek. Ale vzhľadom k tomu, že po spadnutí rannej rosy sa motýle sušia na slnku a s prihliadnutím k vyššie uvedeným dôvodom „hydrofílie“ lotosového listu, budú motýlie krídla trpieť podobnými problémami s kondenzáciou pary ako lotosové listy [8].

1.1.3 Nanovlákná

Nanovlákná sú polymérne vlákna s priermi až tisíckrát menšími ako je priemer ľudského vlasu, obr. 3.



Obr. 4: Spleť nanovláken v porovnaní s ľudským vlasom. [9]

Ich priemery sa pohybujú v rozsahu nanometrov, uvádza sa 50 – 1000 nanometrov, teda o niekoľko rád menšie ako vlákna vytvorené bežným spôsobom zvlákňovania, tab. 1.

Typ vlákna	Vláknový priemer [μm]	Povrchová plocha vlákna vzťahovaná na hmotnosť [m ² *g ⁻¹]
Nanovlákná	0,05	80
Spunbond vlákna	20	0,2
Meltblow vlákna	2	2

Tabuľka 1: Porovnanie nanovláknien s konvenčnými vláknami. [10]

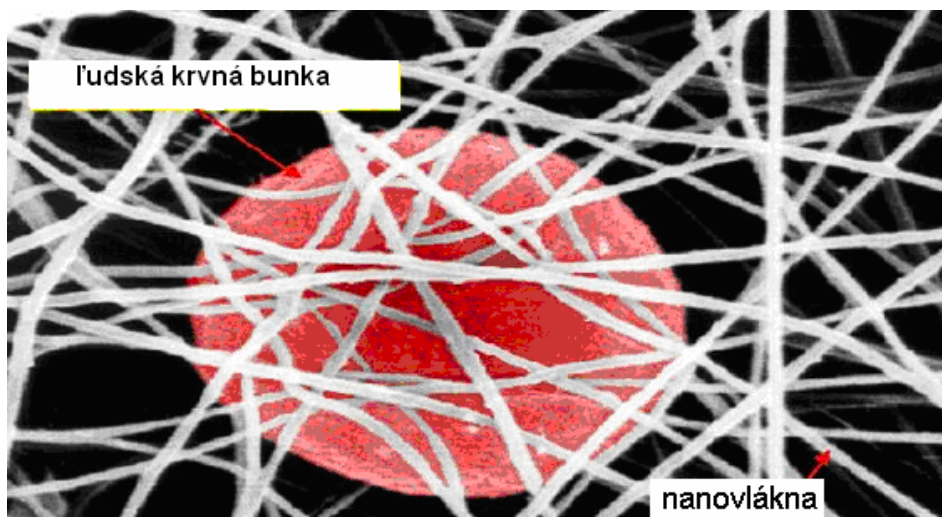
Majú extrémne veľké povrchové plochy až stovky [m²*g⁻¹], takže majú vysokú porozitu pri veľmi malých rozmeroch pórov. Samotné vlákna nie sú viditeľné okom. Prakticky hneď vo fáze výroby sa formujú do vlákenej spleti a používajú sa v tejto forme (veľmi tenké membrány). Vlákna môžu byť pripravované z roztoku alebo z taveniny. Pokiaľ sú pripravované z roztoku, dochádza k javu kedy zbytkové rozpúšťadlo v nanovláknach umožňuje spojenie vlákien v spleti kohéznymi väzbami. Takáto štruktúra je potom dostatočne pevná a umožňuje ľahký transport vlhkosti pri nízkej prietokovej rezistencii vzduchu.

Nanovlákná môžu byť použité vďaka malým rozmerom pórov ako bariérové a filtračné membrány. Prídavkom aktívnych látok získavajú antimikrobiálne účinky a môžu byť použité ako obranné prostriedky proti chemickým zbraňam.

Ďalšou oblasťou použitia nanovláken sú technické textílie. Tu je ich výhodou menšia spotreba materiálu, teda aj nižšia hmotnosť textílie napríklad u zvukovo izolačných materiálov vďaka malým priemerom vlákien.

Štruktúra nanovlákennej textílie je podobná štruktúre medzibunkovej hmoty ľudského tkaniva, čo umožňuje jej široké využitie v biomedicíne. Niektoré nanovlákná sú biokompaktné a biodegradabilné a sú používané pre nahradenie štrukturálne alebo fyziologicky nedostatočné tkanivo a orgány v ľudskom tele, napríklad pre umelé krvné cievy, chlopne, náhrady kosti a pre konštrukcie biokompaktných prvkov pri plastických operáciách tváre. Nanovlákná vyrobené z proteínov môžu zlepšovať krvnú

kompatibilitu implantovaných protetických zariadení v ľudskom tele. Môžu vďaka ich malým rozmerom zachytiť ľudské bunky a kontrolovať smer ich bunkového rastu, obr. 5.



Obr. 5: Ľudská krvná bunka v spleti nanovláknien. [11]

Nanovlákná sú vyrábané technológiou Nanospider. Vznikajú z roztokov polymérov. Používaný polymér je najdôležitejší parameter, ktorý určuje výsledné vlastnosti nanovláknenných tkanín. Technológia Nanospider je modifikovaná metóda elektrospiningu na báze polymérnych roztokov [12, 13, 14].

1.1.4 Nanomateriály

Spotrebiteľ si ani neuvedomí, že je s nimi v kontakte každý deň, v oblečení, kozmetike, šampónoch či náteroch stien.

Nanomateriály sa vyznačujú nasledujúcimi spoločnými znakmi [15] :

- stavebnými jednotkami sú nanočastice s definovanými vlastnosťami: rozmer, tvar, atómová štruktúra, kryštalinita, medzifázové rozhranie, homogénne/heterogénne zloženie a chemické zloženie. Rozmery sú limitované v oblasti od molekúl k pevným časticiam menším než 100 nm. Vplyvom malých rozmerov v niektorých prípadoch počet povrchových atómov prevyšuje počet atómov vo vnútornom objeme.

- tieto stavebné jednotky sú usporiadané v makroskopických multi-klastrových

materiáloch s veľmi rôznorodým topologickým poriadkom. Chemicky identické častice môžu byť tesne usporiadané a kompaktované za vzniku hraníc zŕn. Častice môžu byť oddelené alebo spojené koalescenciou alebo podložkou a môžu vytvárať nanodrôtky, nanotrúbice, nanokompozity, keramické alebo iné tenké filmy alebo vrstvy.

- stavebné jednotky a ich typológia môžu slúžiť pre vytváranie rozmernejších materiálov, vhodných pre technické aplikácie. Nanomateriály (nanoštruktúrne materiály) sú také, ktorých nové vlastnosti sú určené charakteristickými znakmi (častice, klastre, dutiny) o rozmeroch medzi 1-100 nm, prinajmenšom v dvoch rozmeroch.

1.2 Technológia zušľacht'ovania

Zušľacht'ovanie textílií je jedným zo záverečných stupňov textilnej výroby, ktorým sa zabezpečujú najvýhodnejšie vlastnosti textilného materiálu na určitý účel použitia. Pri zušľacht'ovaní sa používajú mechanické a chemické operácie, ktorých kombináciou možno dosiahnuť optimálne vlastnosti (tepelnoizolačné vlastnosti, ľahkú udržiavateľnosť, farebný odtieň, hydrofóbnosť alebo hydrofilnosť, nižšiu špinivosť, nehorľavosť, odolnosť proti mikroorganizmom a pod.).

Prostriedky pre špeciálne chemické úpravy sa na textilný materiál nanášajú z vhodného média, najčastejšie z vody alebo organických rozpúšťadiel. Postup sa väčšinou skladá z impregnácie, sušenia, tepelného spracovania a prania. Podľa typu úpravy sa môže niektorá z týchto operácií vynechať.

Špeciálnymi úpravami textilných vlákien sa dosahuje zlepšenie ich spracovateľnosti a tvarovej stálosti. Znižuje sa ich špinivosť a predovšetkým sa zvyšuje ich navlhavosť a tvorba statického náboja na ich povrchu. Povrch vlákien sa preto stáva predmetom vedeckého skúmania, ktoré má prispieť k zlepšeniu technických parametrov a užitkových vlastností výrobkov. Tvorba povrchu a jeho vlastnosti sú komplexom otázok, ktoré nemožno riešiť izolovane, bez prihliadnutia na štruktúru, chemické zloženie, históriu prípravy vlákien a vplyvu okolitého prostredia, v ktorom sa nachádzajú.

1.2.1 Vlastnosti povrchov plošných útvarov a vlákien

Povrch vlákien a plošných textílií je pre úpravársku prax predmetom veľmi dôležitých sledovaní, ktoré majú za cieľ zlepšiť technické parametre a užitkové vlastnosti výrobkov. Kvalita povrchu veľmi úzko súvisí so štruktúrou povrchových vrstiev, s charakterom a rozložením aktívnych centier v povrchu a s kvalitou difúzne prestúpených vrstiev. Kvalita povrchu a povrchové javy závisia tiež od vonkajších podmienok sústavy, od teploty, tlaku a zloženia plynnej alebo kvapalnej fázy.

1.2.1.1 Adhézia a zmáčanie povrchov

Podmienky zmáčania povrchov vlákien alebo textílií závisia od adhézie kvapaliny na tuhom povrchu. Adhéziou označujeme pôsobenie kvapalnej a tuhej fázy na ich fázovom rozhraní [16].

Adhéziu sústavy najčastejšie určuje práca, potrebná na odtrhnutie kvapalnej vrstvy od tuhého povrchu. Adhézna práca je dôležitým ukazovateľom vzájomného pôsobenia síl na fázovom rozhraní. Pri odtrhnutí vrstvy kvapaliny od tuhého povrchu sa uplatňujú prevažne kohézne sily na úkor znižujúcich sa adhézných síl.

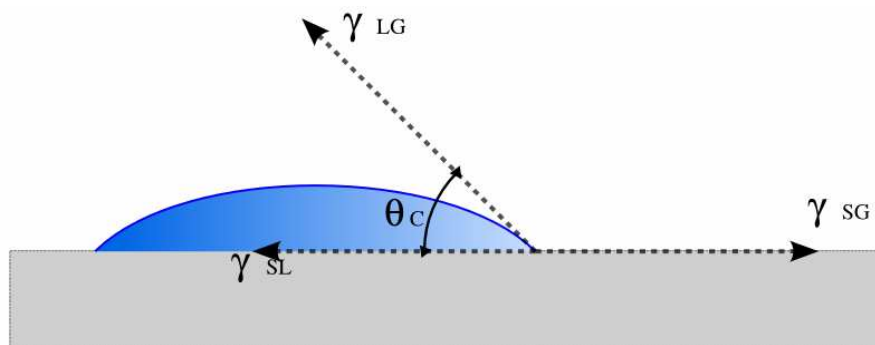
Pri vzájomnom pôsobení kvapaliny a tuhej látky sa uplatňujú z hľadiska charakteru adhézných síl dva prípady:

1. adhézia kvapky,
2. adhézia súvislej vrstvy kvapaliny.

V prvom prípade ide o adhéziu oddelených kvapiek. Sledujú sa tu podmienky zmáčania (zmáčací uhol, plošná náročnosť kvapiek na tuhých povrchoch a adhézna práca).

V druhom prípade ide o oddeľovanie súvislých vrstiev kvapaliny od tuhej fázy v statických alebo dynamických podmienkach. Veličina, ktorá sa tu stanovuje, je špecifická adhézia a , príľnavosť alebo uhol odtrhnutia vrstvy α , pri ktorom sa homogénna vrstva kvapaliny na rovnom povrchu rozruší [17].

Adhézia a zmáčanie sa vyskytujú pri tom istom jave, ktorý vzniká pri styku kvapaliny s tuhým povrchom. Zmáčanie je jav vznikajúci pri dopade vodnej alebo kvapalinovej kvapky na tuhý povrch. Podľa veľkosti a formy kvapky možno určiť rozsah zmáčania. Mierou zmáčavosti povrchu kvapkou je kontaktný uhol Θ , obr. 6.



Obr. 6 : Tvar kvapky na pevnom povrchu. [18]

Vzájomné pôsobenie kvapaliny a tuhej fázy na ich fázovom rozhraní určuje povrchové napätie a voľná povrchová energia. Povrchové napätie je sila pôsobiaca na povrch kvapaliny na fázovom rozhraní, ktorá má tendenciu zmenšiť povrch kvapaliny na minimálne rozmery. Povrchové napätie a povrchová energia sú v lineárnej korelácii. Povrchové napätie sa zakladá na silovom pôsobení na fázovom rozhraní a povrchová

energia na energetickom pôsobení. Povrchové napätie na fázovom rozhraní kvapalina - plyn γ_{LG} má tendenciu zmenšovať povrch kvapky. Smeruje k povrchu pod kontaktným uhlom Θ .

Kontaktný uhol zmáčania sa javí ako jedna zo základných charakteristík zmáčania. Je definovaný ako uhol medzi tuhým povrchom a dotyčnicou k bodu kontaktu. Odčítava sa cez kvapku mikroskopicky a možno ho určiť experimentálne [19].

Ak je uhol $\Theta < 90^\circ$, vtedy sa tuhé povrchy dobre zmáčajú vodou, ide potom o látku s hydrofilným povrchom. Pri uhloch $\Theta > 90^\circ$, je zmáčanie ohraničené, povrchy pri týchto podmienkach sú hydrofóbne. Povrchové napätie prislúchajúce úplnému roztečeniu kvapaliny na tuhom povrchu (keď Θ sa rovná nule a $\cos \Theta = 1$) sa nazýva kritické povrchové napätie.

1.2.1.2 Veľkosť pórov

Dôležitou charakteristikou tuhého adsorbenta sú rozmery a veľkosť pórov. Veľkosť pórov a početnosť ich zastúpenia v povrchu možno určiť rôznymi metódami.

Optické a adsorpčné metódy sú vhodnejšie na určenie relatívneho zastúpenia mikropórov a prechodných pórov. Ortuťová porozimetria sa najčastejšie používa na určenie objemových zastúpení veľkostných skupín pórov, pre jej pomerne jednoduchú technickú realizáciu.

Povrch pórov sa dá odvodiť z predpokladu, že tam, kde končí vlákno, začína vzduch okolo neho. Povrch pórov je súčasne povrchom vlákien.

1.2.1.3 Priepustnosť plynov a pár textíliami

Priepustnosťou (permeabilitou) sa označuje proces migrácie nízkomolekulových látok tuhým polymérom (membránou, fóliou, textíliou) v dôsledku koncentračného gradientu. Význam skúmania priepustnosti je okrem teoretických záujmov dôležitý aj v technickej praxi pri posudzovaní odolnosti plošných materiálov proti rôznym vplyvom.

1.2.1.4 Elektrická vodivosť

Elektrická vodivosť je jedným z hlavných činiteľov, ktoré ovplyvňujú hodnoty elektrostatických potenciálov vlákien. Na upravených tkaninách sa nevytvorí vždy

súvislý vodivý film. Na povrchoch zostávajú miesta s vysokým elektrickým odporom, ktoré znižujú efektívne hodnoty nameranej vodivosti.

Často sa uvádza medzný povrchový odpor pri plastických materiáloch $\rho=10^9$ ohmov. Materiály s povrchovým odporom pod touto hodnotou sa zvyčajne nenabíjajú. Od antistatických prípravkov sa preto vyžaduje, aby potlačili povrchový elektrický odpor pod túto hodnotu.

Funkcia antistatických prípravkov sa zakladá predovšetkým na tom, ako dokážu ovplyvniť elektrickú vodivosť textilných vlákien. Parametre rýchlosti nabíjania a vybíjania materiálov, hodnoty rovnovážnych elektrických potenciálov a povrchového odporu, resp. vodivosti, sa využívajú pri hodnotení antistatickej účinnosti antistatických prípravkov.

1.2.2 Finálne úpravy textílií

Finálne alebo špeciálne úpravy patria k záverečným úpravám textilných výrobkov. Chemickými, fyzikálnymi alebo mechanickými postupmi sa tak dosahuje nových požadovaných užitných vlastností textílií, tj. vzhľadových (napr. zvýšenie lesku), omakových (napr. dosiahnutie mäkkosti), ďalej nových konkrétnych vlastností (napr. nezážavosť, nemačkovosť) alebo vlastností, ktoré zaisťujú určitú ochranu (napr. nepremokavosť, nešpinivosť, nehorľavosť).

Podľa dosiahnutej vlastnosti delíme finálne úpravy textílií na [20]:

- vzhľadové - česanie, postrihovanie, brúsenie, mandlovanie, kalandrovanie, dekatovanie (sú to prevažne mechanické úpravy textílií),
- omakové - mäkčiace, tužiace, plniace,
- stabilizačné - nezážavé, nemačkové, nežehlivé, neplstivé, protižmolkové,
- ochranné - hydrofóbne, oleofóbne, nešpinivé, antistatické, nehorľavé, antimikrobiálne.

1.2.3 Úpravy pre ľahkú údržbu textilných materiálov

Do oblasti ľahkej údržby výrobkov sa zahrňujú aj úpravy, ktoré poznáme pod názvom „easy-care“ alebo „wash-and-wear“. Do tejto skupiny možno zaradiť aj nešpinivé úpravy.

„Easy-care“ je označenie pre úpravu odevných výrobkov a bytových textílií, ktoré sa pri praní a pri nosení len málo krčia. Vyžadujú iba ľahké prežehlenie, alebo ich vôbec netreba žehliť. Väčšinou stačí žehliť iba lemy, priechyby alebo plisovanie. Takáto úprava sa označuje ako nekrčivá [21].

„Wash-and-wear“ (per a nos) sa označuje úprava odevných výrobkov a bytových textílií, ktoré si po praní a pri nosení nevyžadujú žehlenie. Napríklad pánske nohavice sa pri nosení nesmú krčiť a musia si zachovať ostrosť priechybov, teda musia byť nekrčivé počas celého používania. Táto úprava sa nazýva nežehlivá.

1.2.3.1 Nezrážavá, nemačková a nežehlivá úprava

Na základe dosiahnutých úžitkových vlastností rozoznávame:

- chemickú nezrážavú úpravu – textília sa rozmerovo stabilizuje v pozdĺžnom aj v priečnom smere. Pri tejto úprave sa dosahuje zbytkovej zrážavosti 2 až 3 %. Tento stabilizačný účinok vykazujú všetky špeciálne úpravy založené na sieťovaní.
- nemačkovú úpravu – pružnosť materiálu sa zvyšuje predovšetkým za sucha. Zabraňuje sa tak vzniku lomom pri nosení a zmačkaniu.
- nežehlivú úpravu - pružnosť materiálu sa zvyšuje predovšetkým za mokra, takže pri praní nedochádza k lámaniu.
- permanent – press úpravy, ktoré prepožičiavajú výrobku tvarovú stálosť a trvalé vlastnosti pri nosení a ošetrovaní. Ide o dokonalú nemačkovú úpravu výrobku zabezpečujúcu ľahkú údržbu v domácnosti, tj. pranie a sušenie bez žehlenia. Záverečná operácia, pri ktorej výrobok získava stabilitu a tvarovú pamäť, sa prevádza až po konfekcii [25].

1.2.3.1.1 Hodnotenie nezrážavej, nemačkavej a nežehlivej úpravy

Zisťovanie mačkavosti plošných textílií sa prevádza na základe merania uhlu zotavenia podľa SN 80 0819. Norma neplatí pre skúšanie pletenín.

Mieru mačkavosti plošnej textílie predstavuje uhol zotavenia, ktorý sa udáva v stupňoch. Je to uhol, zvieraný dvoma ramenami prúžku plošnej textílie, vytvorený po zaťažení preloženého prúžku a po jeho odľahčení.

K vlastnej skúške sa pripravia vzorky o rozmeroch 50 x 20 mm, a to 10

vzoriek v pozdĺžnom smere a 10 vzoriek v priečnom smere. Vzorky sa pred skúškou klimatizujú.

Každá klimatizovaná vzorka sa pomocou pinzety vloží do skúšobného prístroja typu UMAK pod pridržovanou lamelou tak, aby okraj vzorky bol rovnobežný s priečnym okrajom lamely. Každá vzorka sa potom ohne cez okraj lamely a preložená časť vzorky sa zaťaží závažím o hmotnosti 1 kg. Doba zaťažovania je 60 min. Po tejto dobe sa vzorka odľahčí a bez ďalšej manipulácie sa meria uhol zotavenia po 60 min. Výsledkom skúšky je aritmetický priemer nameraných hodnôt. Výsledok sa zaokrúhli na 1°. Čím tupší je nameraný uhol zotavenia, tým kvalitnejšia je nemačková úprava. Dokonalá nemačkovosť by odpovedala uhlu zotavenia 180° [22].

1.2.3.2 Antistatická úprava

V súčasnosti sa v širokom rozsahu rozvíja oblasť antielektrostatických úprav chemických vlákien a textilných výrobkov. Najmä nízka navlhavosť materiálov a tvorba statickej elektriny na ich povrchu a jej odstraňovanie sa stáva v súčasnosti mimoriadne aktuálnym problémom.

Spríevodným znakom nízkej hydrofility vláknotvorných polymérov je zvýšená tendencia materiálov elektrostaticky sa nabíjať. Elektrostatický náboj na povrchu textílií a vlákien sa najčastejšie prejavuje zvýšenou reaktivitou na povrchu, priťahovaním prachových nečistôt, elektrostatickými výbojmi. Zapríčiňuje ťažkosti pri spracovaní textilných vlákien, a fyziologické ťažkosti pri používaní textilných výrobkov. Predstavuje nebezpečenstvo iniciácie výbuchu a požiaru od elektrostatického náboja v rizikovom prostredí.

Vyrábajú sa textilné pomocné prostriedky (antistatické prípravky), ktoré majú znížiť elektrostatické nabíjanie textilných materiálov a vlákien. Taktiež majú zlepšiť hydrofilitu, spracovateľnosť ako aj transportné a hygienické vlastnosti materiálov.

Špeciálne úpravy vlákien alebo textílií, ktoré odstraňujú alebo obmedzujú tvorbu elektrostatického náboja na povrchoch, sa označujú ako antistatické úpravy.

Rovnovážne hodnoty povrchového elektrického náboja na vláknach alebo na plošných textíliách ovplyvňujú predovšetkým materiálové zloženie vláknotvorných polymérov a vlastnosti povrchu.

Prenos nabitých častíc medzi povrchmi závisí od permitivity materiálu, od afinity povrchu k elektrónom, od teplotných fluktuácií a od podielu nečistôt a vodivých prímiesí vo vlákne. S dĺžkou trenia sa náboj postupne hromadí na trených povrchoch až po ustálenie rovnovážneho elektrického potenciálu pri nabíjajúcich a vybíjajúcich procesoch. Rovnovážny potenciál nameraný pri štandardnom trení je dôležitou materiálovou konštantou pri hodnotení spracovateľských vlastností a úžitkových vlastností textílií [23, 24].

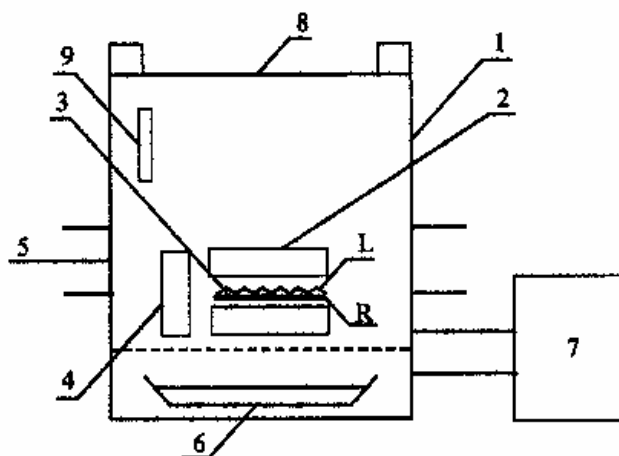
1.2.3.2.1 Hodnotenie antistatickej úpravy

Účinnosť a kvalita antistatickej úpravy textílií sa najčastejšie posudzuje na základe merania zmien:

- povrchového elektrického odporu textílie
- prechádzajúceho elektrického odporu textílie

Tieto merania je vhodné doplniť o hodnotu maximálneho elektrického náboja v kV, na ktorý je schopná sa textília nabiť a taktiež určiť rýchlosť akou sa tento náboj z textílie za daných podmienok odvedie. Táto rýchlosť sa uvádza ako polčas vybíjania T (s). Pre exaktnosť meraní je nutné presne definovať a experimentálne zistiť relatívnu vlhkosť vzduchu, pri ktorej meranie prebieha. Vzorka textílie má byť pred vlastným meraním vysušená, a potom klimatizovaná a meraná pri nastavenej relatívnej vlhkosti [22].

Zariadenie pre meranie antistatických parametrov plošných substrátov je uvedené na obr. 7.



Obr. 7: Zariadenie pre meranie antistatických parametrov plošných substrátov [22]

Legenda:

1. klimatizovaná hermeticky uzatvorená komora
2. meracie elektródy
3. meraná textília
4. držiaky pre ukladanie vzoriek
5. flexibilné vstupy pre manipuláciu so vzorkami
6. klimatizačné médium
7. teraohmeter
8. tesnené víčko pre nakladanie vzoriek
9. čidlo merania teploty a relatívnej vlhkosti v komore

L líčna strana textílie

R rubná strana textílie

Pre konečné hodnotenie antistatických parametrov textílie je uvedená stupnica, z ktorej vyplýva hodnotenie antistatických parametrov plošnej textílie:

elektrický odpor plošnej textílie	antistatická úprava
$10^6 - 10^7$ ohmov	výborná
$10^7 - 10^8$ ohmov	veľmi dobrá
$10^8 - 10^9$ ohmov	dobrá
$10^9 - 10^{10}$ ohmov	priemerná
$10^{10} - 10^{11}$ ohmov	sotva vyhovujúca
$10^{11} - 10^{14}$ ohmov	nevyhovujúca

Tabuľka 2: Stupnica pre hodnotenie antistatických parametrov

1.2.3.3 Nešpinivá úprava

Textilné výrobky sa pri používaní dostávajú do styku so špinou a postupne sa špinia. Špina znižuje kvalitu textilu z hygienického a estetického hľadiska, zapríčiňuje zvýšené opotrebovanie účinkom abrazívneho vplyvu tuhých častíc, ako aj zhoršenie tepelnoizolačných vlastností a priepustnosti pre vzduch.

Dôležitým faktorom v oblasti údržby materiálov je použitie syntetických vlákien, ktoré majú v porovnaní s prírodnými vláknami hydrofóbnejší charakter, čo zapríčiňuje ich zvýšenú špinivosť najmä olejovou nečistotou. Použitie syntetických

vlákien komplikuje problém špinivosti nielen vzhľadom na jej zvýšenie, ale aj vzhľadom na možnosti odstránenia špiny.

výrobky upravené nešpinivou úpravou sa majú vyznačovať týmito vlastnosťami:

- pri použití majú odpudzovať nečistotu. Špina prenášaná olejom alebo vodou nemá prenikať do vnútra materiálu a vytvárať škvrny. Výrobky nemajú priťahovať pigmentovú nečistotu napr. v dôsledku elektrostatického náboja.
- špina, ktorá sa na materiál dostala, sa má ľahko odstrániť bežnými čistiacimi operáciami
- pri praní a chemickom čistení nemajú výrobky žltnúť a šednúť vplyvom redepozície špiny

Výber prípravkov proti špineniu sa musí riadiť druhom výrobku, podmienkami špinenia pri jeho normálnom použití, typom špiny, spôsobmi špinenia a údržby materiálu.

1.2.3.3.1 Hodnotenie nešpinivej úpravy

Pri skúšaní účinnosti špinu odpudzujúcich úprav sa používajú metódy založené na zašpinení skúšaného materiálu modelovou špinou v laboratórnom zariadení (gul'ový mlyn, bubnové prístroje). Vyhodnocuje sa podľa sivej stupnice, na základe Kubelkovej – Munkovej rovnice z meraní remisie, alebo jednoducho porovnaním špinivosti upravenej a neupravenej vzorky [25].

1.2.3.4 Hydrofóbná úprava

Na niektoré špeciálne účely sú potrebné materiály, ktoré odolávajú vode, ako napr. tkaniny na plášte do dažďa, na dáždniky, tkaniny na stany, vozové plachty a pod. Zvýšenie odolnosti textilných materiálov proti pôsobeniu vody sa dosahuje hydrofóbnou úpravou. Správanie sa materiálov proti pôsobeniu vody bude v rozhodujúcej miere ovplyvnené nasiakavosťou a vzĺnavosťou.

Nasiakavosť je schopnosť plošnej textílie prijímať a fyzikálne viazať vodu pri ponorení pri stanovenej teplote a čase. Určí sa z hmotnostného prírastku vzorky po ponorení do vody.

Vzlínavosť je schopnosť plošnej textílie prijímať vodu kapilárnym nasávaním.

Stanovuje sa na zvislo orientovanej vzorke materiálu, ktorej spodná časť je ponorená do vody. Vyjadruje sa výškou vzliňania vody v mm po 30 minútach.

Prírodné vlákna majú veľkú schopnosť prijímať vodu. Odstránením tukov a voskov z vlákien sa sorpcia vody na vlákne ešte zvýši. Vplyvom toho sa textilné materiály z prírodných vlákien pri styku s vodou rýchlo premočia. Syntetické vlákna sorbujú vodu málo a tkaniny s hustou dostavou z nich vyrobené sú voduodpudivé. Ale ostatné druhy tkanín, aj zo syntetických vlákien, vodu prepúšťajú.

Hydrofóbnou úpravou sa dosiahne:

- voduodpudivosť, ktorá sa prejavuje odperľovacím efektom, tzn. voda nezmáča tkaninu, ale vytvára odperľujúce kvapky (kvapka vody na povrchu tkaniny sa zbalí do guľôčky a stečie)
- nepriepustnosť vody (nepremokavosť), ktorá sa prejavuje tým, že po určitú medzu pôsobenia hydrostatických síl (viac ako 10 kPa) neprenikne voda tkaninou.

Hydrofóbnou úpravou sa potlačuje zmáčavosť textílie. V praxi sa rozlišuje úprava:

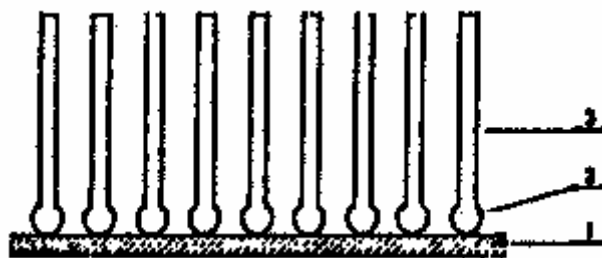
- nepriepustná – vodotesná, ktorá musí odolať určitému tlaku vodného stĺpca. Prevádza sa povrstvením alebo zatieraním latexmi, termoplastickými smolami apod. Nanesený film musí byť dostatočne pružný, pevný s dostatočnou adhéziou. Tieto úpravy nie sú vhodné pre odevy, pretože tkanina je nepriepustná, nosenie je nehygienické. Ich využitie je smerované predovšetkým pre plachtoviny všetkých druhov.

- priepustná – s odperľujúcim efektom, ktorá sa aplikuje väčšinou na športové oblečenie. Robí sa tak, že sa jednotlivé vlákna obalia hydrofóbnym filmom, takže do nich nemôže preniknúť voda. Priepustnosť pre vzduch však ostáva zachovaná. Hodí sa pre zvrchné plášťoviny, vetrovky apod.

- nepremokavá, ktorá je schopná vodu nielen odrážať, ale aj zabrániť jej prenikaniu tkaninou. Priepustnosť upravenej tkaniny je v menšej miere zachovaná. Môžeme ju použiť na plášte a pracovné odevy určené do dažďa, stanoviny apod.

Mierou hydrofóbie je uhol zmáčania, ktorý sa vytvorí na rozhraní troch fáz, tj.

medzi kvapalinou, textíliou a vzduchom. Čím vyšší je uhol zmáčania, tým lepší je voduodpudivý, odperľujúci efekt. Hydrofobizáciou sa musí na textílii vytvoriť film, ktorý svojou elasticitou a uzatvoreným, orientovaným usporiadaním molekúl zamedzuje vniknutiu vody. Pri mechanickom namáhaní (trenie, mačkanie) sa môže hydrofóbná vrstva narušiť, takže v dotyčných miestach sa voduodpudivosť zníži. Usporiadanie molekúl hydrofobizujúceho prostriedku ukazuje obr. 8.



Obr. 8: Usporiadanie hydrofobizujúceho prostriedku

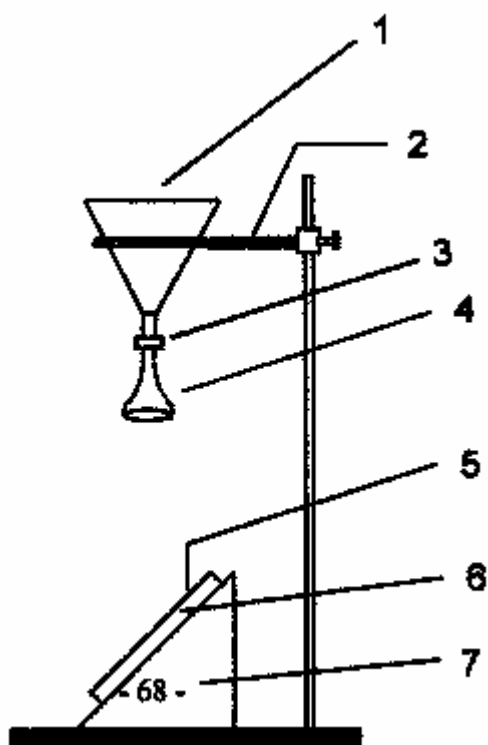
Legenda:

1 – povrch tkaniny, 2 – polárna skupina, 3 – hydrofobizujúci substituent

Vodevzdorná úprava poskytuje dlhotrvajúcu ochranu pred dažďom a súčasne ochraňuje aj pred vetrom a zimou. Nie je vhodná pre tkaniny určené na odievanie, lebo uzavretím pórov tkaniny sa sťažuje dýchanie kože a odvádzanie potu z povrchu tela [26].

1.2.3.4.1 Hodnotenie hydrofóbnej úpravy

Hydrofóbná úprava textilných materiálov sa hodnotí niekoľkými spôsobmi. Na skúšanie odolnosti plošných textílií proti povrchovému zmáčaniu je predpísaná ČSN 80 0827 – Spray test. Podstata skúšky sa zakladá na tom, že sa vzorka textílie pripne do kruhového držiaka a sklonená v 45-stupňovom uhle sa skrúpa štandardným množstvom destilovanej vody z konštantnej výšky. Voda sa prepúšťa cez nadstavec s určitým počtom a veľkosťou otvorov. Hydrofóbnosť sa vyjadruje buď v stupňoch podľa etalónu, alebo prírastkom hmotnosti v percentách.



Legenda: 1 – nálevka

2 – kruhový držiak

3 – pryžová kruhová
spojka

4 – nastavac pre skropenie
vody

5 – vzorka

6 – ramček pre upnutie
vzorky

7 - podstavec

Obr. 9: Spray test

Stanovenie nepremokavosti textílií umelým dažďom určuje ČSN 80 0856. Podľa tejto metódy sa zisťuje nepremokavosť a s ňou súvisiaca voduodpudivosť a nasiakavosť textílie. Na vzorku textílie na otáčavom nosiči prístroja pôsobí s určitou intenzitou umelý dážď. Nepremokavosť sa hodnotí množstvom vody, ktorá pretečie textíliou za určitý čas. Odperľovací efekt sa posúdi podľa etalónu a vyjadruje sa v stupňoch odperľovacieho efektu v rozmedzí 1 až 5.

Nasiakavosť sa vyjadří percentuálnym prírastkom hmotnosti vzorky, ktorý vyjadruje množstvo prijatej vody.

Nepremokavosť sa zisťuje podľa ČSN 80 0818. Zisťuje sa hydrostatický tlak, pri ktorom voda prenikne skúšanou textíliou na troch miestach. Zaznačí sa tlak preniknutia vody na treťom mieste.

1.2.3.5 Oleofóbná úprava

Zatiaľ čo textílie s voduodpudivou úpravou odrážajú vodu, textílie s oleofóbnou úpravou odrážajú navyše aj látky olejovitého charakteru a masťnú špinu. Princíp

oleofóbných úprav je založený na známom poznatku, že kvapalina, nezmáča povrch iba v tom prípade, keď jej povrchové napätie je väčšie ako povrchové napätie telesa. Znamená to teda, že oleofóbnou úpravou je treba znížiť povrchové napätie textílie.

1.2.3.5.1 Hodnotenie oleofóbnej úpravy

Test hodnotenia účinnosti oleofóbnej úpravy je založený na skúškach zmáčania upravenej textílie škálou kvapalín s klesajúcim povrchovým napätím. Hodnota stupňa oleoodpudivosti je daná najvyšším číslom kvapaliny, ktorej kvapka nanosená na skúšobnú vzorku ešte nezmáča povrch po dobu 30 sekúnd. Vyššie číslo stupnice odpovedá účinnejšej úprave [22].

V prípade odevného priemyslu sa nanotechnológie používajú pre povrchovú úpravu materiálov na molekulárnej báze. Vďaka tomu dochádza k zachovaniu základných vlastností upravovaného materiálu. Úprava materiálu prináša dlhodobú funkčnosť a dochádza tak k obohateniu ľubovoľných materiálov o rôzne vlastnosti s využitím väzby nanočastíc a nanovláken.

Úprava štruktúry polymérnych materiálov, napr. aj aplikáciou anorganických chemických látok na úrovni nanorozmerov, môže priniesť nové pohľady aj do štúdia bezpečnosti textílií.

1.2.4 Úpravy nanosystémom

Široký výskum materiálov a povrchov ovplyvní prakticky všetky odvetvia. Nanočastice sa už používajú na spevňovanie materiálov alebo na zlepšenie funkčnosti. Pomocou nanoštruktúr sa dajú upravovať povrchy tak, aby boli napríklad odolné voči poškriabaniu a voči vlhkosti, čisté alebo sterilné.

1.2.4.1 Textílie s úpravou NANO-PEL®

Materiály s úpravou nano-pel od firmy Burlington USA sú významným prínosom v oblasti textílií pre outdoor, voľný čas a ďalšiu činnosť. Dodáva textíliám výnimočnú odolnosť voči vode a iným tekutinám tým, že uľahčuje tvorenie kvapiek, ktoré sa skotúľajú preč alebo spláchnu vodou bez ušpinenia vlákien. Tieto materiály sú preto mimoriadne odolné proti zašpineniu rôznymi tekutinami, menej často sa perú a tým šetria aj prostredie.

Oproti iným impregnáciám je táto úprava omnoho trvanlivejšia a zachováva textíliám ich pôvodné vlastnosti, ako mäkkosť a priedušnosť. Spočíva v aplikácii nanočiasťoch, ktoré sú tisíckrát menšie ako víry, na textílie [27].

1.2.4.2 Textílie s úpravou NANO DRY

Textília je extrémne odolná voči vode a vetru s unikátnym odvádzaním vlhkosti z tela. Poskytuje maximálny komfort pri nosení.

Technológia výroby dovoľuje odviesť vlhkosť na povrch vo veľmi krátkom čase. Telo tak zostane suché aj pri veľkej záťaži. Oblečenie zostáva vždy čisté, bez škvŕn od potu. Obsahuje taktiež antibakteriálnu zložku, ktorá zabraňuje vytváraniu nepríjemného zápachu [28].

1.2.4.3 Textílie s úpravou NANO H&C®

Jedná sa o vyskúšanú, trvalú a efektívnu ochranu a údržbu. Odolnosť voči vplyvom počasia poskytuje ochranu ošetrovaných povrchov proti vplyvom počasia, životného prostredia a poškriabaniu.

Povrchy a textílie, ktoré sa ľahko ošetrujú, dlhšia viditeľná a hygienická čistota, antibakteriálne, ľahké čistenie, neutrálne k pokožke, vhodné pre alergikov a mnoho iného.

Ak by efekt odpudzovania vody zoslabol, v tom prípade došlo asi len k znečisteniu. V tomto prípade je potrebné povrch alebo textil vyčistiť jemným čistiacim/pracím prostriedkom a následne dôkladne opláchnuť väčším množstvom vody a efekt odpudzovania vody sa opäť dostaví (pri textile po usušení). Ak by ochrana povrchu bola skutočne poškodená, môžete toto miesto bez problémov opraviť, a to tak, že nano-prípravok nanesiete znovu [29].

1.2.9 Úprava schoeller®-NanoSphere®

Úprava schoeller®-NanoSphere® ako prvá na svete získala značku kvality pre nanoúpravu, udeľovanú Inštitútom Hohenstein, SRN. Tento produkt splňuje všetky požiadavky podľa poslednej úrovne technologického vývoja, ktoré môžu byť kladené na nanoúpravu textílií.

Upravené textílie vykazujú silnú vodoodpudivosť a taktiež voči olejovým

substanciám. Podľa testu AATCC dosiahli najvyššej možnej známky, tj. 8, a to dokonca aj pri 50 pracích cykloch, ktoré väčšinu klasických úprav úplne odstráni. V teste odolnosti voči oderu táto úprava vydržala 5000 otáčok a taktiež zdravotná nezávadnosť bola preukázaná [40].

1.2.10 Úprava 3XDRY®

Táto multifunkčná úprava je celosvetovo sa rýchlo rozvíjajúcou technologickou inováciou, ktorá plošným textíliám prepožičiava odolnosť voči vode zvonku, funkciu odvodu potu zvnútra a schopnosť schnúť za šestinovú dobu v porovnaní s neupravenou textíliou. A to všetko bez obmedzenia prepustnosti.

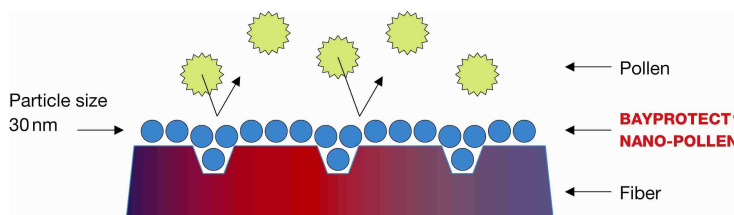
1 X DRY – suchý z vonku
+ 1 X DRY – suchý z vnútra
+ 1 X DRY – suchý v okamihu
= 3 X DRY technológia pre pocit pohodlia

Úprava 3XDRY je jedinečné riešenie všade tam, kde je potreba krátkodobá ochrana pred dažďom, výkonný odvod potu a rýchle schnutie textílie bez zanechania máp [41].

1.2.11 Antimikrobiálna úprava

1. Ochrana pre alergikov - úprava TEXSILVER CAP zaisťuje ochranu pred infekciou, bráni rastu mikroorganizmov, ktoré sú zdrojom potravy pre roztoče.

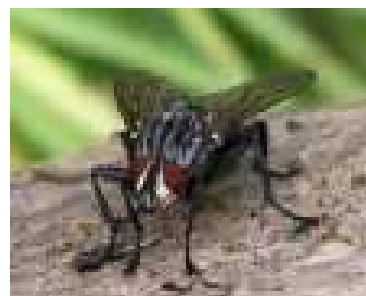
2. Ochrana proti peľovým alergiám – úprava textílie nanotechnológiou obmedzuje prechytávanie častí peľu a prachu na odeve.



3. Ochrana proti hmyzu – textílie s protikliešťovou úpravou zaručí zníženie rizika napadnutia kliešťom. Takto upravené textílie sa používajú väčšinou na pracovné lesnícke odevy, detské odevy alebo turistické odevy.



4. Textílie odpudzujúce lietajúci hmyz – komáre, muchy, znižuje riziko nákazy chorobami, ktoré sa prenášajú hmyzom, ako napr. borelióza, encefalitída atď. [42].



1.3 Vlastnosti odevných materiálov

Vlastnosti vrchového materiálu musia byť také, aby vyhovovali požiadavkám, ktoré sú kladené na určitý druh odevu. Je samozrejmou, že iné vlastnosti musí mať vrchový materiál na letný pánsky odev pre každodenné nosenie a iné má vrchový materiál pre večerný oblek - smoking.

Aby mohli byť textílie používané ako odevné materiály, musia vyhovovať [30]:

- z hľadiska spotrebiteľa - užitné vlastnosti: - trvanlivosť
 - estetické vlastnosti
 - fyziologické vlastnosti
 - možnosť údržby
 - ostatné vlastnosti
- z hľadiska výrobcu – spracovateľské vlastnosti:
 - ľahkosť alebo obtiažnosť spracovania odevného materiálu v:
 - nakladacom procese
 - oddeľovacom procese
 - spojovacom procese
 - tvarovacom procese

1.3.1 Užitné vlastnosti textílií

Medzi užitné vlastnosti patria tie, ktoré sa uplatňujú pri používaní textílií. Vlastnosti musia byť také, aby odevné výrobky z nich zhotovené plnili všetky funkcie odevu. Podľa požiadavkou kladených na odevy a odevné materiály je možné užitné vlastnosti všeobecne rozdeliť do niekoľkých základných skupín. Je to trvanlivosť, estetické vlastnosti, fyziologické vlastnosti a možnosti údržby [31].

1.3.2 Trvanlivosť

Trvanlivosťou textílií rozumieme jej schopnosť odolávať poškodeniu a opotrebeniu. Textílie a odevy z nich zhotovené, sú počas používania ohýbané, natáhané, stlačované, odierané, pôsobí na ne svetlo, teplo, pot atď. Tieto vplyvy pôsobia nielen počas nosenia, ale aj pri údržbe odevov, to znamená pri praní, čistení, kartáčovaní apod.

Pri údržbe sa zo štruktúry textílií uvoľňujú jednotlivé vlákna, textílie sa stenšujú

a sú stále menej odolnejšie voči ďalšiemu opotrebeniu. Zhoršuje sa ich vzhľad a opotrebením sú teda ovplyvňované aj vlastnosti estetické. Napr. u vlasových tkanín dochádza ku strate vlasu, u iných textílií môže vznikajú nežiaduci lesk, žmolky, niekedy môže nastať aj zmena farby. V horšom prípade môže následkom veľkého namáhania dôjsť aj k roztrhnutiu odevu.

Trvanlivosť textílií je posudzovaná pomocou laboratórnych skúšok a na základe nich sa potom stanovuje ich odolnosť voči poškodeniu a opotrebeniu [32].

1.3.3 Odolnosti textílií

Textílie sú počas svojho ďalšieho spracovania a používania podrobované rôznym fyzikálnym a chemickým vplyvom, ktoré menia ich vlastnosti, vzhľad a môžu spôsobiť aj deštrukciu textílie.

Odozvou textílií na chemické a fyzikálne namáhanie pri ďalšom spracovaní sú stálosti a odolnosti textílií, ktoré môžeme rozdeliť na [32]:

1. stálosť tvaru

- zrážavosť po praní (môže byť taktiež záporná, tj. rozťahnosť)
- tuhosť v ohybe
- splývavosť
- mačkavosť

2. stálosť vyfarbenia

- odolnosť proti tvorbe žmolkov (žmolkovitosť)
- stálosť vyfarbenia v praní a chemickom čistení
- stálosť vyfarbenia v pote
- stálosť vyfarbenia v UV žiarení
- stálosť vyfarbenia v otere

3. odolnosť

- odolnosť proti odreniu (oder)
- odolnosť proti vytrhnutiu nite (zatrhavosť)

1.3.3.1 Odolnosť proti oderu

Skúšky odolnosti v odere sú simulačné skúšky, ktoré napodobujú, ako dlho textília znesie namáhanie (odieranie) pri praktickom použití (nosenie, technické používanie, atď.). Toto namáhanie môže byť realizované ako odieranie textílie o textíliu, odieranie textílie o hladký pevný povrch (stolička, hrana stola), odieranie textílie o drsný pevný povrch (tehly, tvárnice, v prípade pracovných odevov a pracovných pomôcok).

Odieranie môže byť

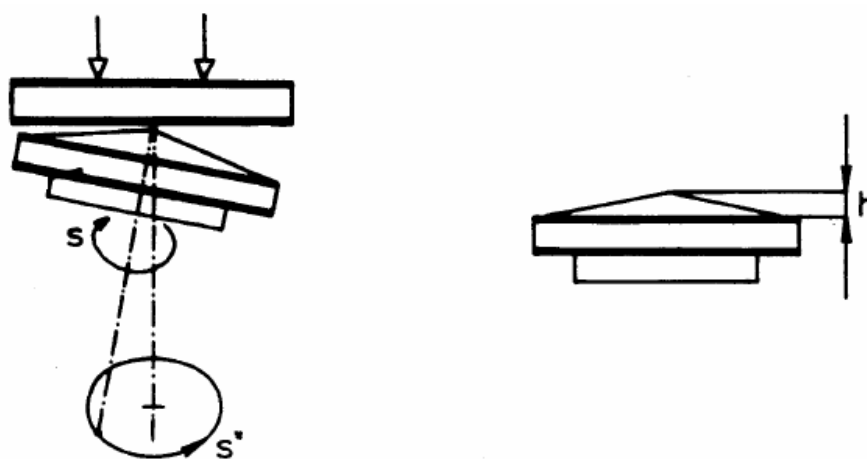
- v ploche (na sedacej časti odevu)
- v hrane (napr. oder rukáva, goliera)

Okrem toho môžeme skúmať oder v jednom alebo viacerých smeroch, oder v priamke, v ploche, oder v preložení, apod.

Simuláciu skutočného oderu môžeme previesť odieraním o brusné papiere, kartáče, normované textílie, atď.

1.3.3.1.1 Skúška odierania pomocou rotačného odierača

Princípom skúšky je vzájomný pohyb dvoch stretávajúcich sa čelustí, kde na jednej čelusti je napnutá skúšajúca vzorka a na druhej čelusti je upevnený odierajúci materiál (napr. brusný papier). Čeluste sú k sebe pritlačované predpísanou silou a sú vo vzájomnom relatívnom rotačnom pohybe (napr. jedna čelusť sa otáča a druhá je statická). Princíp klasického prístroja na skúšanie oderu textílií je na obr. 10.



Obr. 10: Princíp prístroja na skúšanie odolnosti textílie v odere

Na obrázku je znázornený tzv. rotačný odierač. Odieranie na tomto prístroji je realizované vo vršku kužeľa. Spodná čeľusť však môže byť usporiadaná napr. tak, že sa bude textília odierať v ploche alebo v priehybe [32].

1.3.3.1.2 Vyhodnotenie skúšky

Oder môže byť vyhodnotený podľa rôznych noriem:

- môže sa odierať do porušenia textílie – za porušenie textílie sa považuje predrenie prvého väzného bodu. Ukazateľom odolnosti v odere je potom počet otáčok, kedy k predreniu došlo.
- môže sa odierať do konštantného počtu otáčok rotačnou čeľusťou a odolnosť proti oderu je potom daná úbytkom hmotnosti vzorky podľa vzťahu

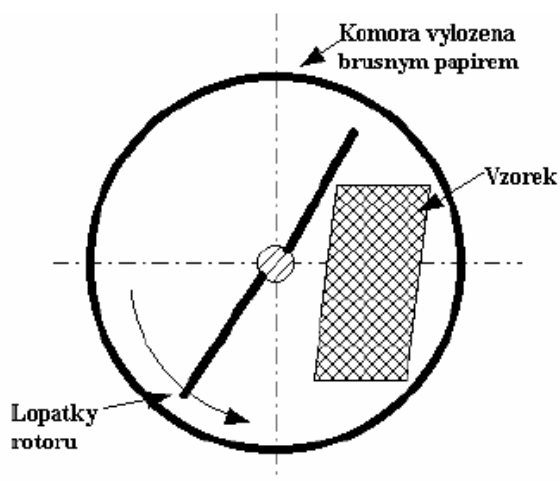
$$U = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 10^2 \quad [\%]$$

kde m_1 – je hmotnosť vzorky pred skúškou [kg]

m_2 – je hmotnosť vzorky po skúške [kg]

1.3.3.1.3 Skúška odierania pomocou vrtuľkového odierača

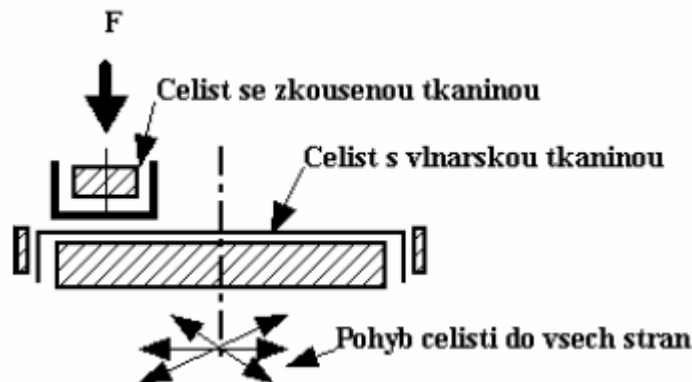
Ďalším princípom odierania textílie môže byť skúška v komorovom vrtuľkovom odierači, obr. 11. Táto skúška spočíva v tom, že sa vzorka so zafixovanými krajinami (napr. obšitím alebo zalepením) vloží do komory, ktorá má vnútorný povrch tvorený brusným papierom alebo brusným kameňom normovanej zrnitosti. Vzorka je v komore, ktorá je pre skúšku uzatvorená víkom, unášaná vrtuľkou stanovenou rýchlosťou a je odieraná v náhodnom smere a mieste o odierací povrch. Po stanovenej dobe sa vypočíta úbytok hmotnosti podľa vyššie uvedeného vzťahu. Komoru je možné pre skúšku naplniť vodou a je možné skúšať oder za mokra [32].



Obr. 11: Princíp vrtuľkového komorového odierača

1.3.3.1.4 Skúška odierania pomocou prístroja Martindale

Ďalšími princípmi odieracích prístrojov sú napr. prístroje Martin Dale, kde sa skúšaná textília odiera o normovanú vlnársku tkaninu. Oder je realizovaný taktiež v náhodnom smere danom skladaním dvoch na seba kolmých pohybov a rotačného pohybu. Vzorka skúšanej textílie sa porovnáva s etalónmi na rozvláknenie a žmolkovitosť.



Obr. 12: Usporiadanie skúšky na prístroji Martin Dale

Skúšanie sa robí podľa normy ČSN EN ISO 12947 – 1: 1999 (80 0846) Textílie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale.

Skúšaná vzorka sa upne do kruhového držiaka, s použitím dostatočného napätia, ktoré zabráni vzniku záhybov. Je potrebné dbať na to, aby upnutá plocha textílie nebola deformovaná. Je potreba vyhnúť sa švom, zmačkaným miestam a skladom. Zapne sa sací ventilátor, ktorý nasáva vzduch cez skúšanú vzorku a prietok vzduchu sa postupne

zriaďuje tak, aby na skúšanej ploche vznikol tlakový spád 100 Pa. Po dosiahnutí ustálených podmienok sa zaznamenáva prietok vzduchu. Skúška sa opakuje za rovnakých podmienok desaťkrát na rôznych miestach skúšanej vzorky [32].

2 Experimentálna časť

V súčasnej dobe je najviac rozšírená nanoúprava, ktorá robí textíliu vodoodpudivou, oleofóbnou a s tzv. samočistiacim efektom.

V teoretickej časti tejto práce je vysvetlený pojem nanotechnológie a popis rôznych typov nanoúprav, ktoré sa vyskytujú na trhu.

Experiment je zameraný na odolnosť nanoúprav. Bola zisťovaná odolnosť v odere na textíliách s tzv. lotosovým efektom. Textílie sú ako prvé odierané pomocou rotačného odierača a následne sú vyhodnocované pomocou prístroja Bundesmann, ktorý textílie zmáča.

2.1 Návrh experimentu

Materiály, na ktorých bol experiment prevádzaný sú upravené nanoúpravou s tzv. lotosovým efektom. Z prírody vieme, že list lotosu odpudzuje vodu. Je to spôsobené tým, že kvapky vody nemajú skoro žiaden kontakt s povrchom listu. Týmto spôsobom ani iné latky, dokonca ani lepidlo na báze vody, med a olej nedokážu k listu priľnúť.

Čistiace práce sa enormne zjednodušia. Toto mimoriadne ocenia najmä tí ľudia, ktorí sú vďaka hygienickým predpisom „odsúdení“ na čistenie (napr. obchody s potravinami, kaviarne, mäsiarstva apod.). To isté platí samozrejme aj pre iných, ktorí si chcú uľahčiť prácu alebo chcú ochrániť hodnotné alebo drahé veci pred nečistotami a vplyvom počasia [33].

Problém nastáva pri otázke, koľko pracích cyklov vôbec odev s nanoúpravou vydrží a ako sa bude odev s touto nanoúpravou správať pri nosení? Toto boli hlavné dôvody pri vyberaní experimentu. Z toho vyplýva, že zvolený experiment sa zaoberal odolnosťou v praní a odolnosťou v odere za pomoci rotačného odierača.

Ako prvé bol skúmaný odev pri nosení odevu. Pri tomto experimente bol použitý rotačný odierač. Materiál však nebol odieraný do porušenia prvého väzného bodu, ale odieranie bolo iba čiastočné vzhľadom na to, že bola skúmaná iba nanoúprava na povrchu. Po odrení textílie niekoľkými otáčkami bola zisťovaná zmena odpudivosti vody pomocou prístroja Bundesmann, metódou umelého dažďa.

Ako druhé bol skúmaný odev pri praní. Textílie s nanoúpravou boli vyprané

a ich povrch bol opäť skúmaný na prístroji Bundesmann. Cyklus prania sa opakoval až do porušenia úpravy.

2.2 Charakteristika použitých vzoriek

Vzorky na ktorých bol experiment skúmaný majú na povrchu tzv. NanoSphere úpravu – úprava s lotosovým efektom. Podstatou úpravy je nanosenie a spoľahlivé uchytanie nanočastočiek na povrch textílie. Tkaniny s touto úpravou vykazujú silnú vodoodpudivosť a taktiež odpudivosť voči olejnatým substanciam. Modifikácia povrchu bola inšpirovaná prírodou. Firma Schoeller® imituje povrch lotosového listu na textil pomocou nanotechnológie.

Materiálové zloženie a plošné hmotnosti sú získané od výrobcu textílií, firmy Schoeller®. Dostavy osnovy a útku boli zisťované pomocou prístroja pre obrazovú analýzu NIS- Elements, príloha č.1.

vzorka č.	mat. zloženie	plošná hmotnosť	dostava osnovy	dostava útku
1.	7% EL, 13% PES, 80% PA	175 g/m ²	36 nití/cm	30 nití/cm
2.	2% EL, 31% PA, 67% BA	280 g/m ²	28 nití/cm	20 nití/cm
3.	100% BA	175% g/m ²	52 nití/cm	43 nití/cm

Tabuľka 3: Parametre použitých materiálov

2.2.2 Program NIS- Elements

NIS- Elements ponúka úplne riešenie zahrňujúce snímanie obrazu, archiváciu a analýzu. Je schopný bezchybne zvládnuť snímanie a zobrazenie viacdimenzionálnych obrázkov. NIS- Elements pomocou binárnej vrstvy automaticky zmeria dĺžkové a plošné parametre objektov. Snímací systém najčastejšie tvorí optický prístroj (mikroskop, stereomikroskop resp. makrooptika alebo skener), kamera alebo digitálny fotoaparát, počítač a softwarové vybavenie. Vybavenie programu NIS- Elements je možné rozdeliť do niekoľkých stupňov delených podľa náročnosti prevádzanej analýzy. Vzorky pre túto prácu boli nasnímané na NIS- Elements Advanced Research. Tento systém je umiestnený na KOD Technickej univerzity v Liberci [36].

2.3 Príprava vzoriek

Počas celého experimentu boli použité 3 druhy tkanín. Z každej z nich boli vystrihnuté 4 vzorky kruhového tvaru o priemere 120 mm vzhľadom na prispôsobenie prístrojom. Pracovné vzorky boli pred skúškou klimatizované podľa ČSN 80 0061. Ovzdušie pre klimatizovanie a skúšanie malo relatívnu vlhkosť vzduchu $65 \pm 2 \%$ a teplotu $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$. K experimentu bol ďalej potrebný brusný papier. Boli použité prúžky so zrnitosťou č. 400. Po každých 1000 otáčkach bol brusný papier vymenený za nový.

2.4 Použité zariadenia pre experiment

2.4.1 Bundesmann

Prístroj Bundesmann slúži pre hodnotenie odolnosti proti prestupe vody textíliou. Skúška je založená na princípe dopadu dažďa z výšky 150 cm na textíliu. Vzorky sú upnuté v 4 držiakoch a zospodu na ne pôsobí rotačný odierač, ktorý je umiestnený v každej hlavici. Hlavice rotujú spolu s odieračmi a napodobňujú reálnu situáciu „nosenia odevu v daždi“ [37].

Pred meraním je treba nastaviť intenzitu dažďa tak, aby sa počas 2,5 min v prázdnych nádobkách zachytilo $200 \pm 10 \text{ ml}$ vody [38].

1. Nasadiť skúšobné zariadenie na hnacie zariadenie (skúšobné zariadenie je bez vzorky; správna poloha je daná kolíkom na hnacom zariadení a otvorom v nástavci, na každej nádobke je potrebné uzavrieť výstupné koncovky).
2. Uviesť hnacie zariadenie do chodu vypínačom.
3. Odkryvnú miskú vychýliť do krajnej polohy a súčasne začať merať čas 2,5 min.
4. Po uplynutí stanovenej doby vrátiť odkryvnú miskú späť pod kvapkové zariadenie a vypnúť stroj.
5. Snímací nástavec vybrať a nasadiť na stojan.
6. Zachytenú vodu vypustiť do odmerného valca – v každej nádobke musí byť $200 \pm 10 \text{ ml}$ vody (pokiaľ nie je docielené tejto hodnoty, je potreba rozdiely upraviť opakovaním bodu 1 – 6).
7. U zachytenej vody zmerať teplotu ($18 - 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$) a pH (6 – 8).

Pre každé meranie je potrebné pripraviť si 4 vzorky s priemerom 120 mm [38].

1. Zvážiť jednotlivé vzorky.
2. Upevniť vzorky do skúšobných hláv skúšobného zariadenia – každú vzorku priložiť na skúšobnú hlavu a upevniť pomocou vypínacieho krúžku, ktorý ich zachytí pomocou úchytiak.
3. Skúšobné zariadenie nasadiť na hnacie zariadenie.
4. Uviesť hnacie zariadenie do chodu vypínačom.
5. Odkryvnú misku vychýliť do krajnej polohy a súčasne začať merať čas skúšky 10 minút pre skropenie materiálu.
6. Po uplynutí stanovenej doby vrátiť odkryvnú misku späť pod kvapkové zariadenie a vypnúť prístroj.
7. Postupne uvoľniť vzorky z hláv skúšobného zariadenia.
8. Každú vzorku odstrediť a zaznamenať stupeň odperlenia podľa etalónu (1 – 5, pričom 5 je stupeň najlepší).
9. Potom vzorku zvážiť (pre výpočet prírastku hmotnosti).
10. Nakoniec vypustiť pretečenú vodu zachytenú v nádobkách do odmerného valca.
11. Vysušiť skúšobné nádoby a upnúť nové vzorky.

Tieto skúšky sú normované na textíliách podľa ČSN EN 29 865 (80 0856) Textílie – Stanovení nepronikavosti plošných textílií bundesmannovou zkouškou deštěm.



Obr. 13: Prístroj Bundesmann

2.4.2 Rotačný odierač – Karl Schröder K6

Postup merania [39]:

Skúšaná textília upevnená na rotujúcej hlavici sa odiera o brusný papier upevnený na prítlačnej hlavici. Pre oder za sucha bol použitý vodeodolný papier so zrnami kremíka č. 400. Zaťaženie hlavice s brusným papierom sa mení podľa odolnosti odieranej textílie. Pri zmene zaťaženia sa musí zmeniť počet otáčok pre ukončenie skúšky – viď tabuľka 4:

Zaťaženie závaží [g]	Počet otáčok pre ukončenie skúšky
150 – 600	1000
800 - 2000	2000

Tabuľka 4: Povolný počet otáčok

Ak je použitý hrubší brusný papier je treba zvoliť také zariadenie, pri ktorom by bola skúška ukončená pri 2000 otáčkach. Pre každú vzorku sa používa nový brusný papier. V prípade, že má skúška väčší počet otáčok, vymieňa sa papier už počas skúšky – tab.5.

Zaťaženie závaží [g]	Výmena papiera po otáčkach
600	1000
601 – 1000	600
1001 a viac	400

Tabuľka 5: Výmena brusného papiera

Textílie sa odierajú na pružnej podložke z jemného súkna na gulečníky. Vyklenutie hlavice v upínacej hlavici prístroja je 5 mm.

Závažie, ktoré má byť pri skúške použité sa určuje podľa plošnej hmotnosti textílie – vid' tab.6.

Plošná hmotnosť textílie [g/m²]	Závažie [g]
50 – 100	100
100 – 150	200
150 – 300	500
nad 300	1000

Tabuľka 6: Výber vhodného závažia



Obr. 14: Rotačný odierač

2.4.3 Elektronické váhy

Používajú sa na stanovenie hmotnosti váženého materiálu. Materiál sa pokladá na kruhovú misku váh. Po ustálení je hmotnosť materiálu zobrazená na displeji. Váhy je nutné pred meraním skalibrovať.



Obr. 15: Elektronické váhy

2.5 Postup skúšky

Ako prvé boli všetky vzorky zvážené na elektronických váhach a následne podrobené skúške na prístroji Bundesmann, na ktorom bol zisťovaný odperľovací efekt. Tým bola zisťovaná pravosť nanoúprav.



Obr. 16: Vzorky materiálov po skropení umelým dažďom

Vzorka v pravom hornom rohu obrázka je ako jediná bez úpravy a slúži iba pre názornú ukážku a porovnanie.

Potom nasledovalo prvé odieranie na rotačnom odierači. Úpravy na textíliách boli odierané iba čiastočne, nie do porušenia väzného bodu. Prístroj sa po 200 otáčkach ručne zastavil. Bola prevedená skúška nepremokavosti a klimatizované vzorky sa opäť podrobili odieraniu, avšak už iba 100 otáčkami, z dôvodu efektívnejšieho posudzovania porušenia úpravy. Skúška sa opakovala do doby, pokiaľ nebola úprava úplne porušená a podľa etalónu bol odperľovací efekt vyhodnotený najhorším stupňom a množstvo pretečenej vody odpovedalo približnej polovici množstva, ktoré prepustil materiál bez nanoúpravy.

Po každom meraní na prístroji Bundesmann boli vzorky zvážené z dôvodu zisťovania prírastku hmotnosti. Hodnoty obsahujú tabuľky v prílohe č. 2.

Namerané hodnoty boli vyhodnocované nasledujúcimi štatistickými charakteristikami. Rozptylové charakteristiky sú zobrazené v prílohe č. 2.

1. Stanovenie polohovej charakteristiky:

$$\text{Výberový priemer} \quad x = \frac{1}{n} \sum xi \quad \text{kde } n \text{ celkový počet meraní}$$

$xi \text{ hodnota merania}$

2. Stanovenie rozptylovej charakteristiky :

$$\text{Výberový rozptyl} \quad s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n=3} (xi - x)^2$$

$$\text{Výberová smerodajná odchýlka} \quad s = \sqrt{s^2}$$

$$\text{Výberový variačný koeficient} \quad v = \frac{s}{x} \cdot 10^2 \quad [\%]$$

2.6 Výsledky merania – experiment č. 1

Rotačný odierač bol použitý iba na porušenie nanoúpravy a z toho dôvodu sa nevyhodnocoval hmotnostný úbytok ani počet otáčok až do porušenia textílie. Odolnosť

v odere bola hodnotená pomocou Bundesmannovho prístroja, kde bol zisťovaný odperľujúci efekt a množstvo prepustenej vody.

Počiatočná hmotnosť vzoriek [g]

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
vzorka č. 1	1,897	3,091	1,806
vzorka č. 2	1,920	3,074	1,782
vzorka č. 3	1,908	3,109	1,772
vzorka č. 4	1,920	3,070	1,817
priemerná hodnota	1,911	3,086	1,794

Tabuľka 7: Hodnoty počiatočných hmotností vzoriek

1. zmáčanie – hmotnosť mokrej vzorky [g] a odperľovací efekt

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
priemerná hodnota	2,194	3,422	1,979
odperľovací efekt	5	5	5

Tabuľka 8: Hodnoty mokrých vzoriek

Prírastok hmotnosti po 1 zmáčaní [%]:

Prírastok je počítaný podľa vzorca:
$$U = \frac{m_v - m_k}{m_k} \cdot 10^2 \quad [\%]$$

kde: U prírastok hmotnosti

m_v hmotnosť mokrej vzorky

m_k hmotnosť suchej vzorky

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
prírastok hmotnosti	14,81	10,89	10,31

Tabuľka 9: Hodnoty hmotnostných prírastkov

Množstvo pretečenej vody [ml]:

Ani jedna vzorka neprepustila vodu => množstvo pretečenej vody je rovno nule.

1 odieranie + zmáčanie

Materiály boli odierané na rotačnom odierači. Pri každom meraní bolo použité závažie o hmotnosti 500 g. Hmotnosť závažia vyplynula z plošných hmotností materiálov. Po uplynutí 200 otáčok bol prístroj automaticky zastavený. Hodnoty v tabuľkách sú priemerné.

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
hmotnosť po odere [g]	1,928	3,067	1,832
hmotnosť po zmáčaní [g]	2,319	3,834	2,339
odperľovací efekt: 5-1	4	3	3
prírastok hmotnosti [%]	20,28	25,00	27,67
množstvo pretečenej vody [ml]	1,06	0,25	0,25

Tabuľka 10: Zistené hodnoty po prvom odieraní a zmáčaní

Vzorky materiálov sa po prvom odieraní zhoršili vo všetkých smeroch. Odperľovací efekt klesol u dvoch materiálov až o dva stupne. Zvýšil sa aj hmotnostný prírastok, najviac u vzorky materiálu č. 3, a to o hodnotu 17,36 %.

2 odieranie + zmáčanie

Po osušení boli vzorky opäť odierané brusným papierom. Oder bol ukončený po 100 otáčkach, z dôvodu lepšieho odpozorovania porušenia úpravy.

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
hmotnosť po odere [g]	1,924	3,056	1,798
hmotnosť po zmáčaní [g]	2,331	3,826	2,316
odperľovací efekt: 5-1	3	2	3
prírastok hmotnosti [%]	21,15	25,19	28,81
množstvo pretečenej vody [ml]	2,75	1,00	0,25

Tabuľka 11: Zistené hodnoty po druhom odieraní a zmáčaní

Po druhom odieraní už neboli hodnoty tak rozdielne. Pravdepodobne to bolo znížením otáčok z 200 na 100. Odperľovací efekt sa opäť znížil, iba v prípade materiálu č. 3 si zachoval hodnotu z predchádzajúceho merania.

3 odieranie + zmáčanie

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
hmotnosť po odere [g]	1,926	2,990	1,798
hmotnosť po zmáčaní [g]	2,388	3,753	2,332
odperľovací efekt: 5-1	2	1	1
prírastok hmotnosti [%]	24,01	25,52	29,70
množstvo pretečenej vody [ml]	3,00	1,00	1,00

Tabuľka 12: Zistené hodnoty po treťom odieraní a zmáčaní

Po treťom odieraní je najväčším prekvapením vzorka č. 3, ktorej odperľovací efekt klesol až na poslednú priečku v hodnotení. Avšak aj napriek tomu, že povrch textílie bol úplne zmáčaný, textília prepustila iba minimum vody.

4 odieranie + zmáčanie

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
hmotnosť po odere [g]	1,916	2,954	1,774
hmotnosť po zmáčaní [g]	2,419	3,751	2,322
odperľovací efekt: 5-1	1	1	1
prírastok hmotnosti [%]	26,25	26,98	30,89
množstvo pretečenej vody [ml]	5,75	1,00	1,00

Tabuľka 13: Zistené hodnoty po štvrtom odieraní a zmáčaní

V tomto okamihu už všetky vzorky materiálov vykazovali nevyhovujúci odperľovací efekt. Množstvo pretečenej vody stúplo iba u vzorky č. 1, a to o priemernú hodnotu 2,75 ml. Hmotnostné prírastky lineárne vzrastajú, väčšinou o hodnoty medzi 1-2 %.

5 odieranie + zmáčanie

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
hmotnosť po odere [g]	1,919	2,953	1,767
hmotnosť po zmáčaní [g]	2,508	3,789	2,341
odperľovací efekt: 5-1	1	1	1
prírastok hmotnosti [%]	30,69	28,31	32,48
množstvo pretečenej vody [ml]	6,00	1,13	1,13

Tabuľka 14: Zistené hodnoty po piatom odieraní a zmáčaní

Keďže odperľujúci efekt sa už nemôže zhoršiť, nebude ďalej spomínaný. Mohlo by sa zdať, že úprava je tým pádom úplne odstránená. Avšak textílie ešte stále nevykazujú veľké množstvo pretečenej vody.

6 odieranie + zmáčanie

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
hmotnosť po odere [g]	1,912	3,025	1,743
hmotnosť po zmáčaní [g]	2,542	3,891	2,386
odperľovací efekt: 5-1	1	1	1
prírastok hmotnosti [%]	32,95	28,63	36,89
množstvo pretečenej vody [ml]	8,50	1,50	5,50

Tabuľka 15: Zistené hodnoty po šiestom odieraní a zmáčaní

Hmotnostné prírastky sa stále zvyšujú. Množstvo pretečenej vody taktiež. Najväčší nárast množstva pretečenej vody bol zaznamenaný u vzoriek materiálov č. 3. Nárast o hodnotu 4,37 ml.

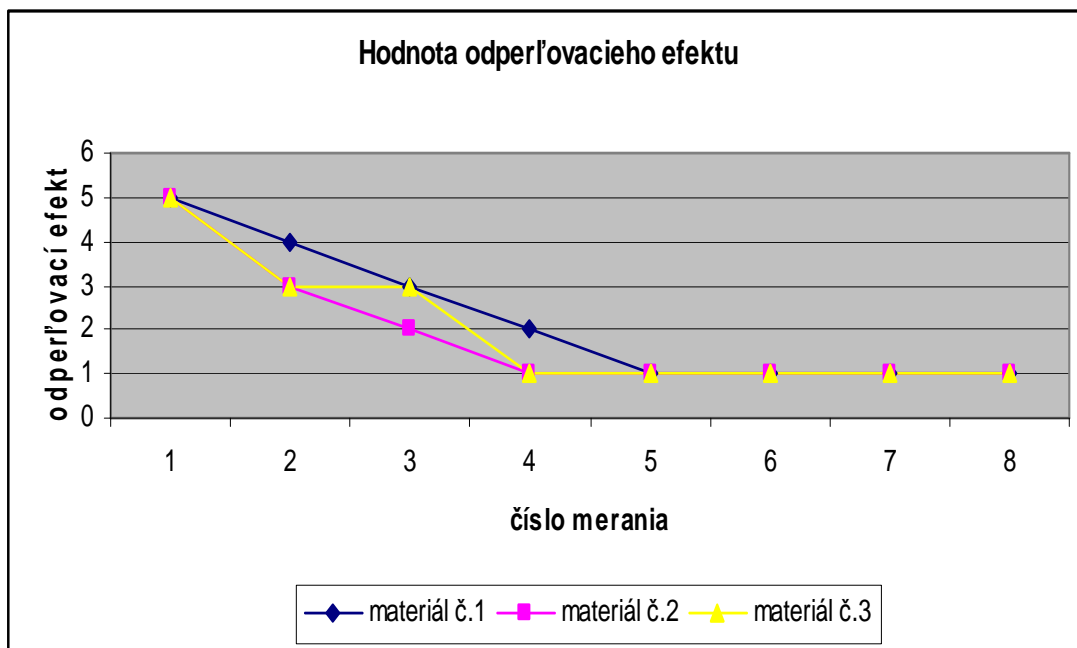
7 odieranie + zmáčanie

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
hmotnosť po odere [g]	1,914	2,683	1,706
hmotnosť po zmáčaní [g]	2,546	3,925	2,338
odperľovací efekt: 5-1	1	1	1
prírastok hmotnosti [%]	33,02	46,29	37,05
množstvo pretečenej vody [ml]	10,00	1,75	61,25

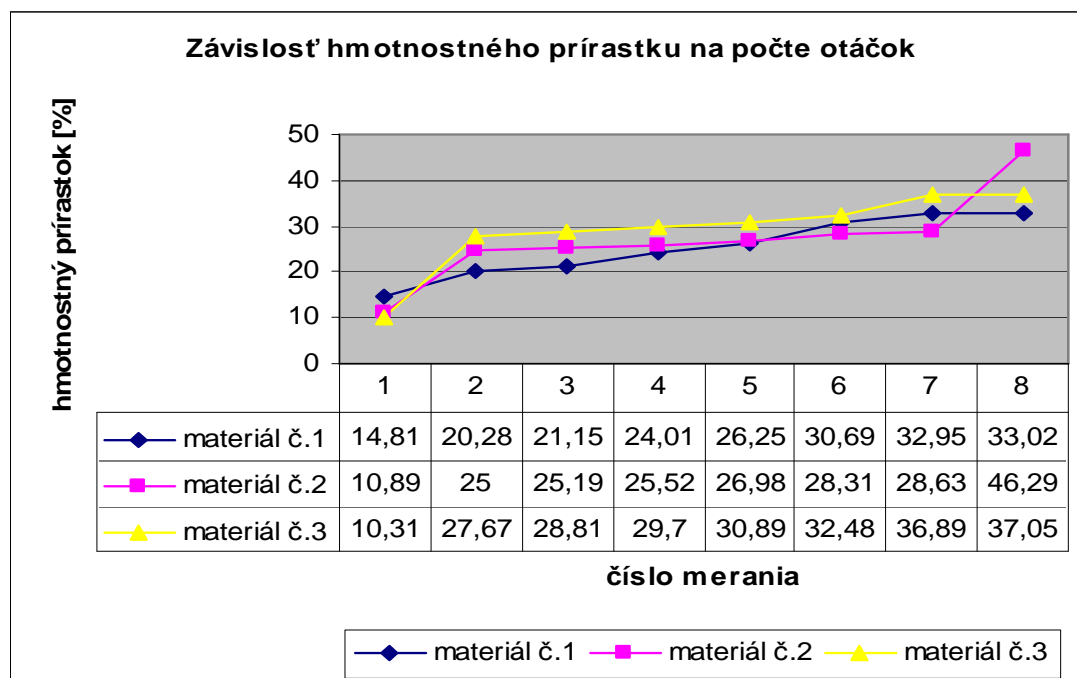
Tabuľka 16: Zistené hodnoty po siedmom odieraní a zmáčaní

Po siedmom odieraní sa rapídne zmenili dve hodnoty. Prvá u vzorky materiálov č. 2. Jedná sa o prírastok hmotnosti, ktorý sa zvýšil až o hodnotu 17,66 %. Druhá prekvapivá hodnota bola nameraná u vzoriek materiálov č. 3, kde sa zvýšilo množstvo pretečenej vody až o 55,75 ml. Bolo to spôsobené prílišným odieraním. Textilie už nedokázali dlhšie vydržať odieranie a začali povoľovať väzné body a tým aj celá štruktúra materiálu.

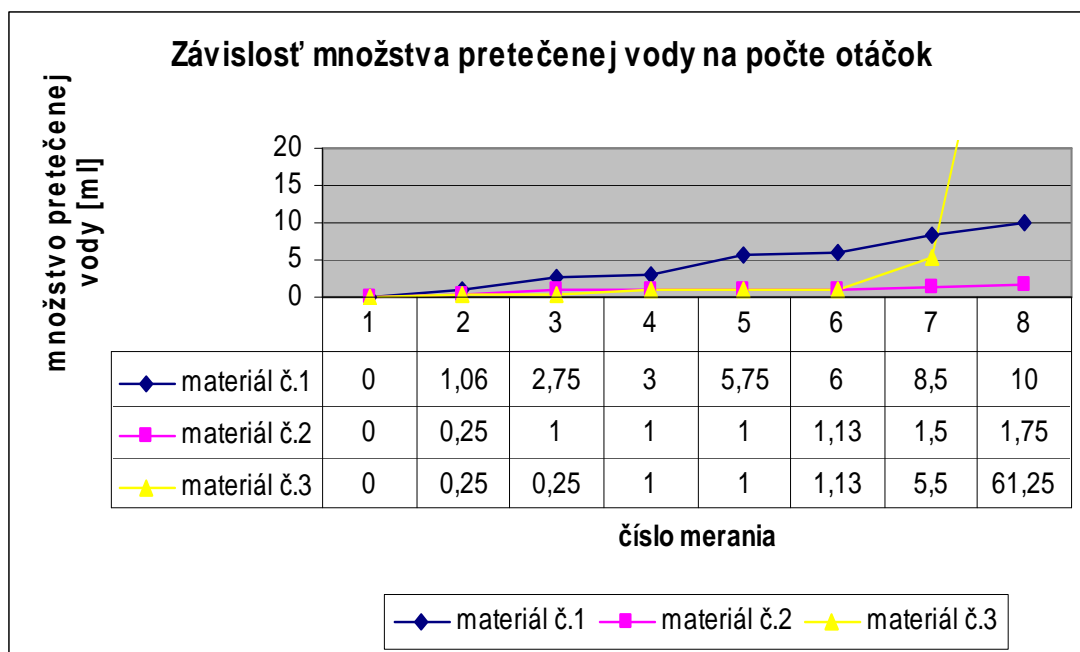
2.6.1 Vyhodnotenie merania – experiment č.1



Graf 1: Hodnota odporľovacieho efektu – experiment č. 1



Graf 2: Závislosť hmotnostného prírastku na počte otáčok – experiment č. 1



Graf 3: Závislosť množstva pretečenej vody na počte otáčok – experiment č. 1

Ako meranie číslo jedna je pre názornosť uvedené prvé meranie bez odierania. Textílie už po prvom odere prepúšťali vodu, a to o priemernú hodnotu 0,52 ml. V takomto pomalom tempe sa odvíjali aj ďalšie merania. Prvý dôležitý zlom nastal v okamihu, keď sa u všetkých tkanín prejavil odperľovací efekt ako najhorší. Táto zmena nastala pri štvrtom cykle odierania, čo je piate meranie. Ďalšia zmena nastala pri ôsmom meraní, kedy priemerná hodnota prepustenej vody vzrástla na 61,25 ml. Situácia nastala z dôvodu prílišného odierania. Textílie už nedokázali dlhšie vydržať odieranie a začali povoľovať väzné body a tým aj celá štruktúra materiálu.

2.7 Výsledky merania – experiment č. 2

Ako druhé bol skúmaný oder pri praní. Textílie s nanoúpravou boli vyprané a ich povrch bol opäť skúmaný na prístroji Bundesmann. Cyklus prania sa opakoval až do porušenia úpravy, čo bolo zreteľné podľa stupňa odperľovacieho efektu a množstva pretečenej vody. Textílie boli prané podľa odporúčania výrobcu, ktoré boli vyznačené na textíliách. Pranie vyžaduje teplotu 40 °C a nesmie byť použitá aviváž. Vzorky textílií boli prané s inými textíliami, z dôvodu reálnejšieho vyprania.

1 prací cyklus + zmáčanie

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
hmotnosť po praní [g]	2,793	4,248	2,281
hmotnosť po zmáčaní [g]	3,200	5,128	2,91
odperľovací efekt: 5-1	4	2	3
prírastok hmotnosti [%]	14,57	20,72	27,58
množstvo pretečenej vody [ml]	4,25	7,38	0,88

Tabuľka 17: Zistené hodnoty po prvom pracovnom cykle a zmáčaní

Už po prvom pracovnom cykle bol odperľovací efekt znížený, a to vo všetkých prípadoch. Najviac vody prepustili vzorky z materiálov č. 2- 7,38 ml. Takáto hodnota sa ukázala v prvom experimente po piatom odieraní.

2 prací cyklus + zmáčanie

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
hmotnosť po praní [g]	2,797	3,623	2,288
hmotnosť po zmáčaní [g]	3,300	5,413	3,064

odperľovací efekt: 5-1	3	1	2
prírastok hmotnosti [%]	17,98	49,41	33,92
množstvo pretečenej vody [ml]	11,00	8,38	1,13

Tabuľka 18: Zistené hodnoty po druhom pracovnom cykle a zmáčaní

Po druhom praní klesol u všetkých vzoriek materiálov odperľovací efekt o jednu skupinu.

3 prací cyklus + zmáčanie

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
hmotnosť po praní [g]	2,799	3,449	2,224
hmotnosť po zmáčaní [g]	3,352	5,339	3,163
odperľovací efekt: 5-1	1	1	1
prírastok hmotnosti [%]	19,76	54,80	42,22
množstvo pretečenej vody [ml]	14,63	12,00	1,67

Tabuľka 19: Zistené hodnoty po treťom pracovnom cykle a zmáčaní

Po treťom pracovnom cykle vykazoval povrch všetkých materiálov najhoršiu zmáčavosť podľa etalónov určujúcich odperľovací efekt. Hodnoty hmotnostných prírastkov sa stále zvyšovali. Najväčšia hodnota bola vypočítaná z hmotností vzoriek materiálov č.2, a to 54,80 %.

4 prací cyklus + zmáčanie

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
hmotnosť po praní [g]	2,799	3,437	2,327
hmotnosť po zmáčaní [g]	3,578	5,335	3,327

odperľovací efekt: 5-1	1	1	1
prírastok hmotnosti [%]	27,83	55,22	42,41
množstvo pretečenej vody [ml]	22,83	13,50	2,00

Tabuľka 20: Zistené hodnoty po štvrtom pracovnom cykle a zmáčaní

Po ďalšom vypraní sa zvýšilo množstvo pretečenej vody u materiálu č.1 o 8,2 ml.

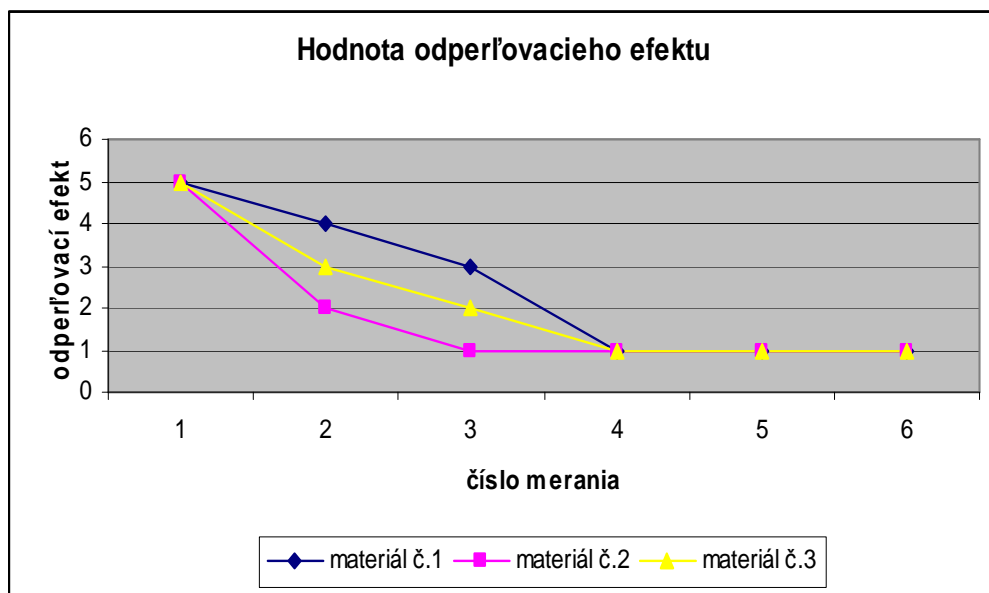
5 prací cyklus + zmáčanie

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
hmotnosť po praní [g]	2,788	3,299	2,277
hmotnosť po zmáčaní [g]	3,620	5,261	3,330
odperľovací efekt: 5-1	1	1	1
prírastok hmotnosti [%]	29,84	59,47	46,25
množstvo pretečenej vody [ml]	27,83	15,50	2,17

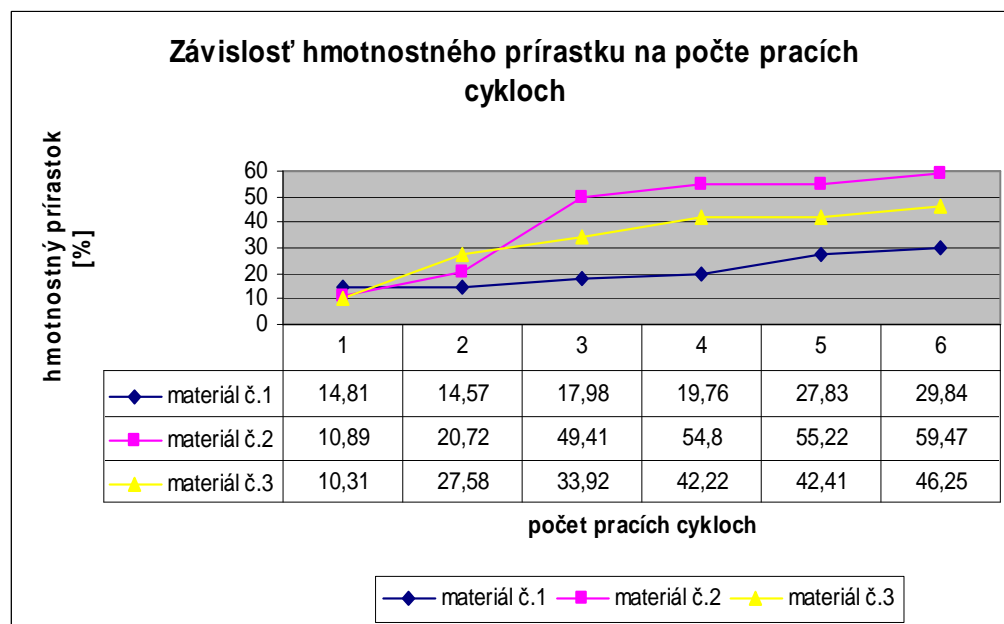
Tabuľka 21: Zistené hodnoty po pracovnom cykle a zmáčaní

Je všeobecne známe, že skúšané textílie musia zniesť minimálne päť pracovných cyklov bez porušenia textílií, teda aj bez porušenia úpravy. Vzhľadom na množstvo pretečenej vody, najmä u vzoriek č.1 a 2, je preukázané jasné porušenie nanoúpravy.

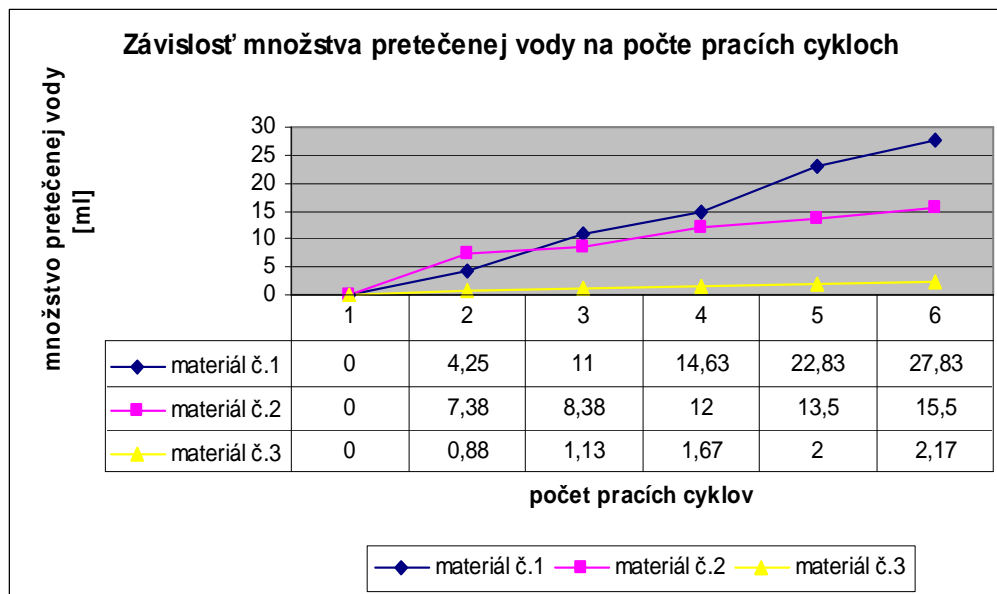
2.6.1 Vyhodnotenie merania – experiment č.2



Graf 4: Hodnota odperľovacieho efektu – experiment č. 2



Graf 5: Závislosť hmotnostného prírastku na počte pracích cykloch – experiment č. 2



Graf 6: Závislosť množstva pretečenej vody na počte prácich cykloch – experiment č. 2

Ako meranie číslo jedna je pre názornosť uvedené prvé meranie bez odierania. Tkaniny začali prepúšťať vodu už po prvom pracovom cykle. Hodnota prepustenej vody bola u materiálu č. 2 až 7,38 ml a naznačovala počiatok narušenia nanoúpravy. Po piatich prácich cykloch – šieste meranie už tkanina č. 1 prepustila v priemere 27,83 ml vody, čo napovedalo o rýchlom spáde merania a znehodnotení nanoúpravy. Nulový odperľovací efekt nastal pri treťom pracovom cykle.

3 Záver

Rotačný odierač bol použitý iba na porušenie nanoúpravy a z tohto dôvodu sa nevyhodnocoval hmotnostný úbytok ani počet otáčok až do porušenia textílie.

Neporušené vzorky materiálov vykazovali veľmi dobrý odperľovací efekt, tvorili sa malé kvapôčky vody. Následne bola meraná priepustnosť vody po 10 minútach skrúpania na prístroji Bundesmann. Bola zistená nulová priepustnosť, čím sa platnosť hydrofóbnej nanoúpravy potvrdila. Po osušení boli vzorky odierané brusným papierom (č. 400) 100 otáčkami. Po odere sa vzorky opäť zmáčali metódou umelého dažďa. Textílie však už po prvom odere prepúšťali vodu, a to o priemernú hodnotu 0,52 ml. V takomto pomalom tempe sa odvíjali aj ďalšie merania. Prvý dôležitý zlom nastal v okamihu, keď sa u všetkých tkanín prejavil odperľovací efekt ako najhorší. Táto zmena nastala pri štvrtom cykle odierania. Ďalšia zmena nastala pri siedmom odieraní, kedy priemerná hodnota prepustenej vody vzrástla na 61,25 ml. Situácia nastala z dôvodu prílišného odierania. Textílie už nedokázali dlhšie vydržať odieranie a začali povoľovať väzné body a tým aj celá štruktúra materiálu.

Skúška odierania pracími cyklami mala rýchlejší spád ako odieranie pomocou brusného papiera. Prvým dôvodom bolo použitie vyšších otáčok pracieho cyklu. Druhým dôvodom bolo odieranie ostatnými textíliami, ktoré boli do prania pridané zámerne, aby bolo testovanie čo najreálnejšie. Tkaniny boli odierané po dobu piatich pracích cyklov, čo je považované za minimálnu hranicu, ktorú by mali tkaniny počas skúšania pri praní zniesť. Tkaniny ale začali prepúšťať vodu už po prvom pracom cykle. Hodnota prepustenej vody síce nebola vysoká- 4,17 ml v priemere, ale naznačovala mierne porušenie nanoúpravy. Po piatich pracích cykloch už tkaniny prepustili v priemere 15,17 ml vody, čo napovedalo o rýchlom spáde merania a znehodnotenia hydrofóbnej nanoúpravy. Nulový odperľovací efekt nastal pri treťom cykle prania.

Meraním bolo zistené, že textílie s hydrofóbnou nanoúpravou majú, ako sa dalo predpokladať, výborný odperľovací efekt a textília nie je vodou zmáčaná. U textílií nebola pri skropení zistená premokavosť. Všetky tieto výnimočné vlastnosti ale neboli reálne dlhú dobu. Textílie sa teda dajú považovať za malý zázrak, ale iba do doby pokiaľ sa nebude musieť daný výrobok oparať. A myslím si, že skôr alebo neskôr tento okamih príde.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Taniguchi, N.: On the Basic concept of nanotechnology, Proc. Int. Conf. on Production Engineering, part 2, Tokyo, JSPE, 1974
- [2] Website: Wikipedie the free encyklopedia, Nanovlákná, 6.10. 2008, dostupné na http://cs.wikipedia.org/wiki/Nanovlakno/dejiny_oboru
- [3] Website: Nanotechnologie, 30.8. 2008, dostupné na <http://www.nanotechnologia.sk>
- [4] Website: Nanotechnologia, 30.8. 2008, dostupné na <http://www.nanotechnologia.sk/zajimavosti.php>
- [5] Wolde, A.: Nanotechnology – Towards a molecular construction kit, Netherlands Study Centre for Technology Trends (STT),Der Hague, 1998
- [6] Roco, M.C., Williams,R.G., Alivisatos, P.: Nanotechnology research directions: IWGN workshop Report, Int. Technology Reasearch Institute, Washington, 1999
- [7] Website: Nanotechnologia. Inovacie pre svet zajtrajska, 23.4. 2009, dostupné na <http://cordis.europa.eu/nanotechnology>
- [8] Website: Lotosový list, 23.4. 2009, dostupné na <http://www.osel.cz/index.php?clanek=1221>
- [9] Electrostatic spinning of Nanofibers spin Technologies, Chattanooga, 2002
- [10] Website: Kristine Graham, Heidi Schreuder-Gibson and Mark Gibson, Incorporation of Electrospun nanofibers into Functional Structures, US Army Soldiers Systems Center, Natick, Massachusetts, 1.12. 2008, dostupné na <http://www.inda.org/subscrip/inj042/p21-27-graham.pdf>
- [11] Timothy Grafe, Kristine Graham, Presented at INTC 2002, Polymeric nanofibers and nanofiber webs, A New class of Nonwoven, International Technical Conference Atlanta, Georgia
- [12] Růžičková, J.: Elektrostatické zvlákňování nanovláken, Skriptum.TUL, Liberec, 2004
- [13] Venugopal, Zhang, Ramakrishna: Proceedings of the IMECHE, Part N Journal of Nanoengineering and Nanosystems, Number N1, Singapore, 2004
- [14] Gajanan Bhat and Youneung Lee, 2003, Recent advancements in Electrospun nanofibers, Proceedings of the twelfth international symposium of Processing and

Fabrication of Advanced materials, Ed TS Srivatsan & RA Vain

- [15] Dutta, J., Hofmann, H., Schnid, G.: European consortium on nanomaterials, Advanced Materials, 1996
- [16] Schefer, W.: Textilveredlung, 1978
- [17] Paulovič, M. a kol.: Neiónové tenzidy z hľadiska bezpečnosti práce a ochrany životného prostredia, Bojnica, 1981
- [18] Website: Wikipedie the free encyclopedia, Image: contact angle.svg, 1.12. 2008, dostupné na: http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Contact_angle.svg
- [19] Blažej, A., Antoš, K.: Vodní hospodářství, 1977
- [20] Dembický, J.: Finální úpravy textilií, Skriptum.TUL, Liberec
- [21] Madaras, G.W., Am. Dyestuff Rep., 1980
- [22] Website: Dembicky, Nanoupravy, 12.2. 2009, dostupné na: <https://skripta.ft.tul.cz/akreditace/data/2008-08-18/13-31-17-pdf>
- [23] Očadlík, J.: Textil a chémia, 1976
- [24] Morton, W.E., Hearle, J.W.S.: Physical Properties of Textile Fibres. Heinemann, London, 1975
- [25] Blažej, A.: Špeciálne chemické úpravy, Bratislava, 1986
- [26] Website: Úpravy textilií, 18.3. 2009, dostupné na: <https://skripta.ft.tul.cz/akreditace/data/2007-11-20/09-25-15-pdf>
- [27] Website: Nano-pel, 30.8. 2008, dostupné na http://www.highpoint.sk/materialy/clanok-18/textilie_s_upravou_nano_pel
- [28] Website: Nano-dry, 9.4. 2009, dostupné na: <http://www.schoeller-textiles.com/nanodry>
- [29] Website: 15.9. 2008, dostupné na: http://www.nanotrading.sk/index.php?id=aplikacia_e2c
- [30] Staněk, J., Kubíčková, M.: Oděvní materiály, Liberec, 1986
- [31] Růžičková, D.: Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů, Liberec
- [32] Kovačič, V.: Textilní zkušebnictví II. díl, Liberec
- [33] Website: nanoupravy, 16.4. 2009, dostupné na <http://www.nanotrading.sk>
- [34] Website: rastrovací mikroskop, 20.4. 2009, dostupné na <http://www.wikipedia.cz>
- [35] Website: rastrovací mikroskop, 20.4. 2009, dostupné na <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/rem>
- [36] Website: nis-elements, 16.5. 2009, dostupné na <http://www.nis-elements.cz/>

[produkty/nise-ar](#)

[37] Website: Bundesmann, 9.4. 2009, dostupné na <http://www.kod.tul.cz/laboratore/comfort/rain.html>

[38] Návod k obsluhu BP-2 Bundesmann, Norma ČSN EN 29 865 (ČSN 80 0856)

[39] Návod k obsluhu – Oděr plošných textílií na rotačním odírači – Karl Schröder K6, Norma ČSN 80 0816

[40] Website: nanosphere, 14.9. 2008, dostupné na http://www.schoeller-textil.texnetis.com/nanosphere_hohenstein.html

[41] Website: 3xdry, 14.9. 2008, dostupné na <http://www.schoeller-textil.texnetis.com/3XDRY.html>

[42] reklamné materiály firmy INOTEX, Dvůr Králové nad Labem

Zoznam použitých obrázkov

Obr. 1: Povrch lotosového listu	15
Obr. 2: Kvapka vody na liste lotosu odnáša špinu zo sebou.....	15
Obr. 3: Detail šupiniek na krídlach motýľa	16
Obr. 4: Spleť nanovlákieň v porovnaní s ľudským vlasom	16
Obr. 5: Ľudská krvná bunka v spleti nanovlákieň.	18
Obr. 6 : Tvar kvapky na pevnom povrchu.	21
Obr. 7: Zariadenie pre meranie antistatických parametrov plošných substrátov.....	26
Obr. 8: Usporiadanie hydrofobizujúceho prostriedku	30
Obr. 9: Spray test	31
Obr. 10: Princíp prístroja na skúšanie odolnosti textílie v odere.....	38
Obr. 11: Princíp vrtuľkového komorového odierača	40
Obr. 12: Usporiadanie skúšky na prístroji Martin Dale.....	40
Obr. 13: Prístroj Bundesmann	45
Obr. 14: Rotačný odierač	47
Obr. 15: Elektronické váhy	48
Obr. 16: Vzorky materiálov po skropení umelým dažďom.....	48

Zoznam použitých tabuliek

Tabuľka 1: Porovnanie nanovláknien s konvenčnými vláknami.....	17
Tabuľka 2: Stupnica pre hodnotenie antistatických parametrov	27
Tabuľka 3: Parametre použitých materiálov.....	43
Tabuľka 4: Povolený počet otáčok	46
Tabuľka 5: Výmena brusného papiera.....	46
Tabuľka 6: Výber vhodného závažia.....	47
Tabuľka 7: Hodnoty počiatočných hmotností vzoriek	50
Tabuľka 8: Hodnoty mokrých vzoriek	50
Tabuľka 9: Hodnoty hmotnostných prírastkov	51
Tabuľka 10: Zistené hodnoty po prvom odieraní a zmáčaní	51
Tabuľka 11: Zistené hodnoty po druhom odieraní a zmáčaní	52
Tabuľka 12: Zistené hodnoty po treťom odieraní a zmáčaní.....	52
Tabuľka 13: Zistené hodnoty po štvrtom odieraní a zmáčaní	53
Tabuľka 14: Zistené hodnoty po piatom odieraní a zmáčaní	53
Tabuľka 15: Zistené hodnoty po šiestom odieraní a zmáčaní	54
Tabuľka 16: Zistené hodnoty po siedmom odieraní a zmáčaní.....	54
Tabuľka 17: Zistené hodnoty po prvom pracovnom cykle a zmáčaní.....	57
Tabuľka 18: Zistené hodnoty po druhom pracovnom cykle a zmáčaní.....	58
Tabuľka 19: Zistené hodnoty po treťom pracovnom cykle a zmáčaní	58
Tabuľka 20: Zistené hodnoty po štvrtom pracovnom cykle a zmáčaní.....	59
Tabuľka 21: Zistené hodnoty po piatom pracovnom cykle a zmáčaní	59

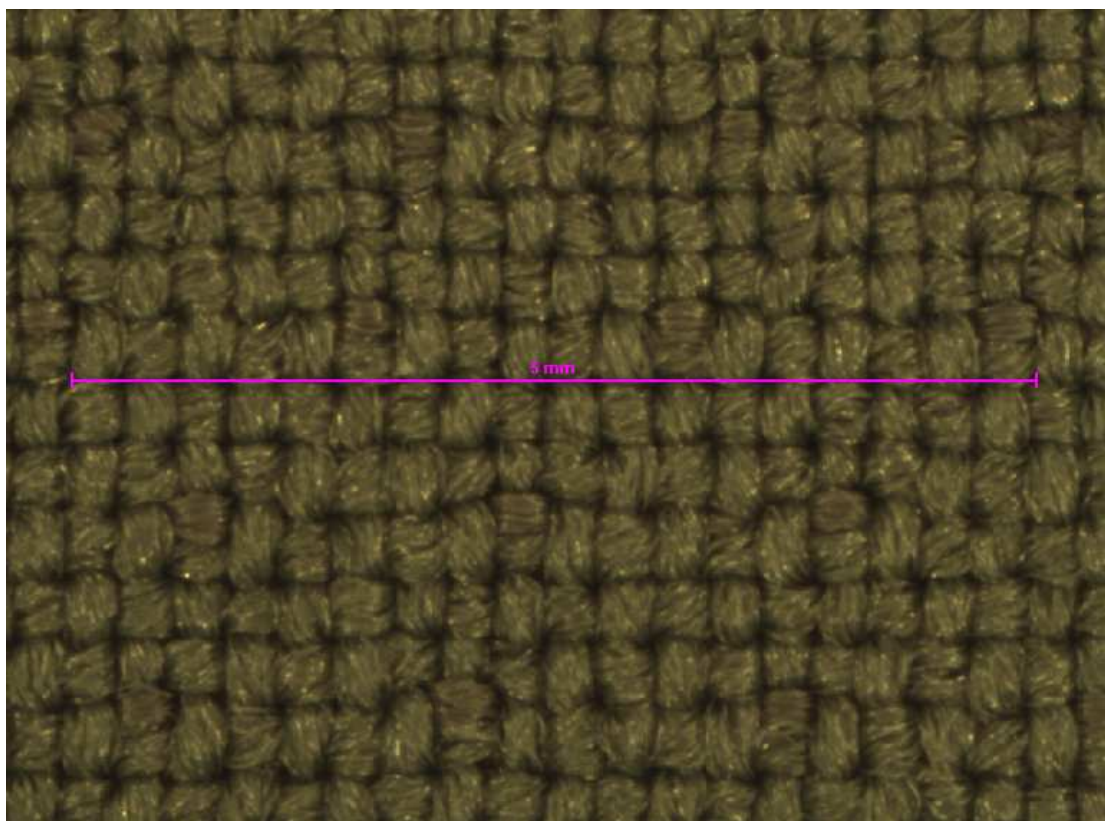
Zoznam použitých grafov

Graf 1: Hodnota odperľovacieho efektu – experiment č. 1	55
Graf 2: Závislosť hmotnostného prírastku na počte otáčok – experiment č. 1	55
Graf 3: Závislosť množstva pretečenej vody na počte otáčok – experiment č. 1	56
Graf 4: Hodnota odperľovacieho efektu – experiment č. 2	60
Graf 5: Závislosť hmotnostného prírastku na počte pracích cykloch – experiment č. 2	60
Graf 6: Závislosť množstva pretečenej vody na počte pracích cykloch – experiment č. 2	61

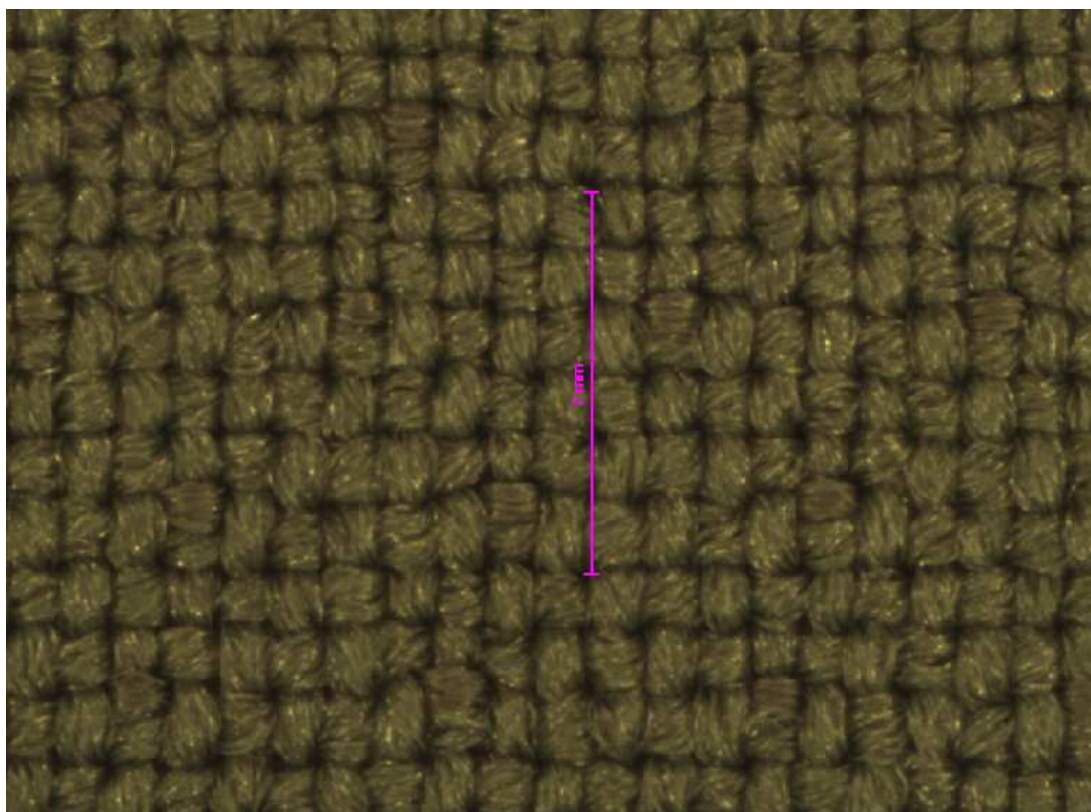
Prílohy

Príloha č. 1 – výstupy z obrazovej analýzy NIS- Elements

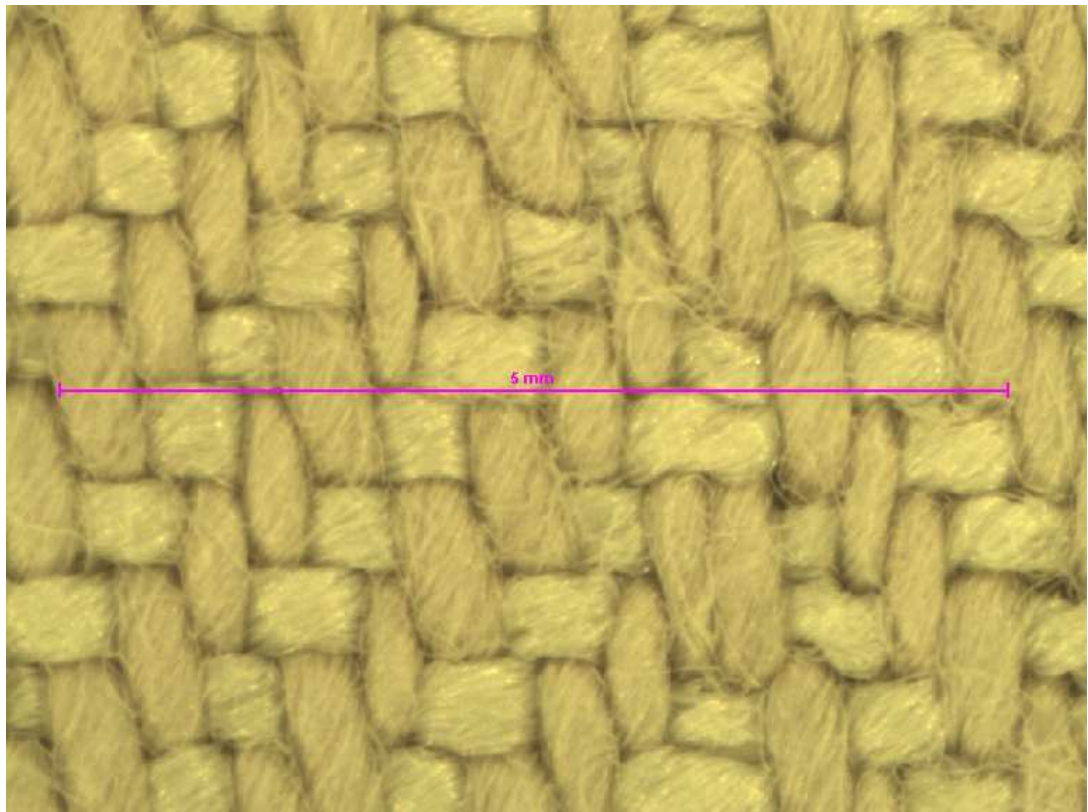
1. Vzorka č. 1 – LS- meranie osnovy



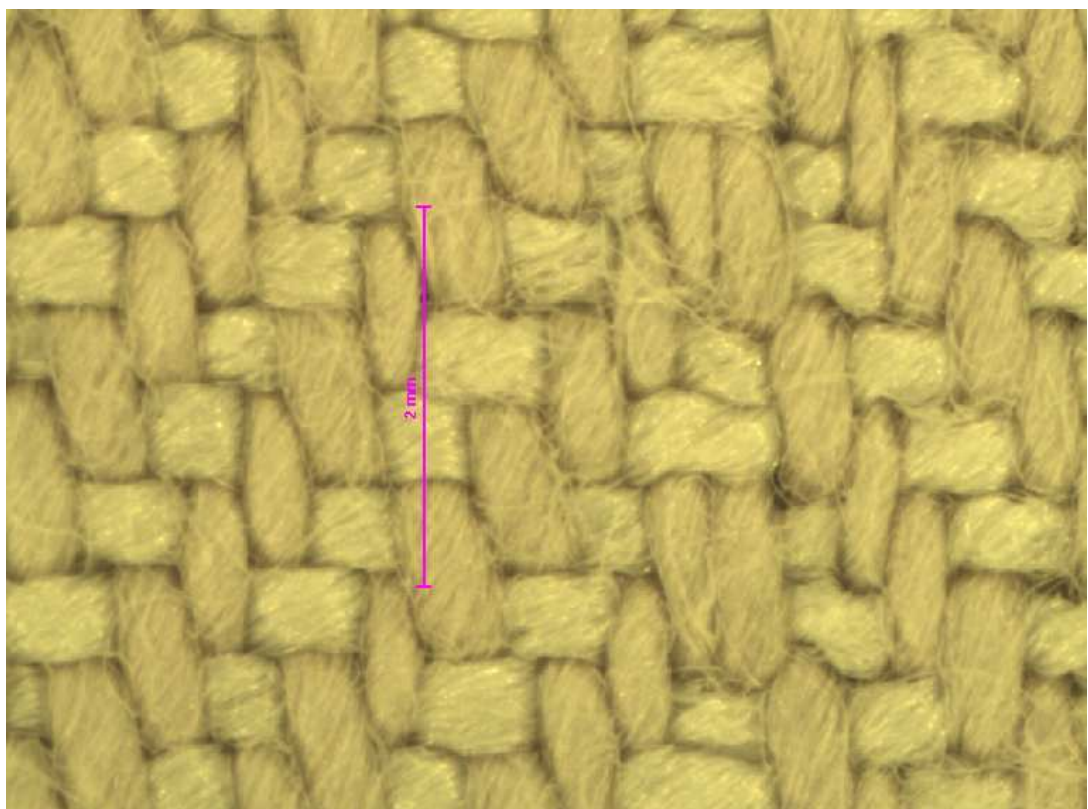
2. Vzorka č. 1 – LS- meranie útku



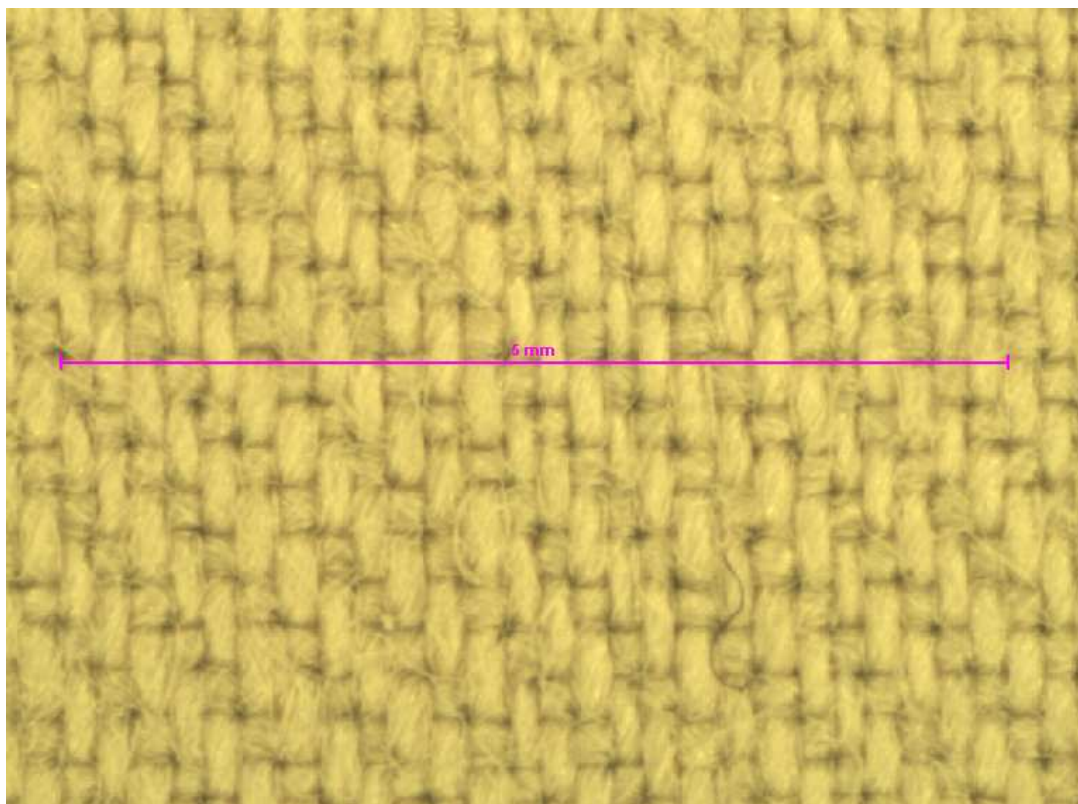
3. Vzorka č. 2 – LS – meranie osnovy



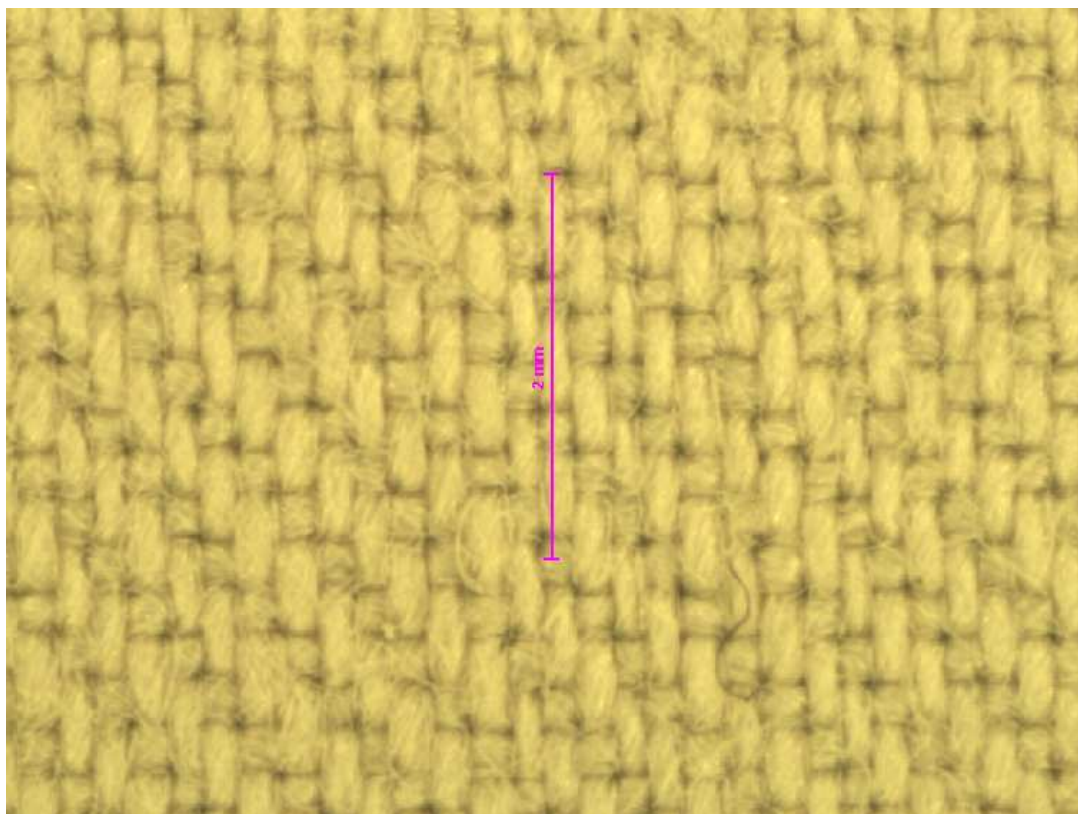
4. Vzorka č. 2 – LS – meranie útku



5. Vzorka č. 3 – LS – meranie osnovy



6. Vzorka č. 3 – LS – meranie útku



Príloha č. 2 – tabuľky nameraných hodnôt a ich štatistické spracovanie

Počiatočná hmotnosť suchej vzorky, hmotnosť mokrej vzorky po prvom zmáčaní:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 1 hmotnosť suchej vzorky	1,897	3,091	1,806
	1,920	3,074	1,782
	1,908	3,109	1,772
	1,920	3,070	1,817
priemerná hodnota [g]	1,91125	3,086	1,79425
smerodajná odchýlka	0,013542	0,02184	0,025502
variačný koeficient [%]	0,708521	0,707723	1,421343
meranie č. 2 – 1 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	2,212	3,451	2,003
	2,164	3,401	1,951
	2,175	3,429	1,955
	2,226	3,406	2,005
priemerná hodnota [g]	2,19425	3,42175	1,9785
smerodajná odchýlka	0,036116	0,028167	0,036132
variačný koeficient [%]	1,645944	0,823173	1,826217
prírastok hmotnosti [%]	14,81	10,89	10,31
množstvo pretečenej vody [ml]	0	0	0

Prvé odieranie a následné zmáčanie:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 3 hmotnosť vzorky po prvom odieraní	1,914	3,087	1,828
	1,933	3,013	1,801
	1,925	3,106	1,799
	1,940	3,061	1,901
priemerná hodnota [g]	1,928	3,06675	1,83225
smerodajná odchýlka	0,013675	0,04936	0,058424
variačný koeficient [%]	0,709274	1,60951	3,188653
meranie č. 4 – 2 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	2,281	3,702	2,364
	2,262	3,897	2,392
	2,388	3,895	2,256
	2,348	3,842	2,345
priemerná hodnota [g]	2,31975	3,834	2,33925
smerodajná odchýlka	0,071738	0,112201	0,071968
variačný koeficient [%]	3,092499	2,926466	3,076536
prírastok hmotnosti [%]	20,28	25,00	27,67
množstvo pretečenej vody [ml]	1,06	0,25	0,25

Druhé odieranie a následné zmáčanie:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 5 hmotnosť vzorky po druhom odieraní	1,913	3,064	1,808
	1,927	3,042	1,788
	1,919	3,078	1,779
	1,935	3,039	1,817
priemerná hodnota [g]	1,9235	3,05575	1,798
smerodajná odchýlka	0,011726	0,022724	0,021471
variačný koeficient [%]	0,60962	0,743643	1,194155
meranie č. 6 – 3 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	2,314	3,822	2,387
	2,342	3,818	2,339
	2,286	3,855	2,257
	2,383	3,807	2,280
priemerná hodnota [g]	2,33125	3,8255	2,31575
smerodajná odchýlka	0,050689	0,025308	0,071926
variačný koeficient [%]	2,174327	0,661563	3,105956
prírastok hmotnosti [%]	21,15	25,19	28,81
množstvo pretečenej vody [ml]	2,75	1,00	0,25

Tretie odieranie a následné zmáčanie:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 7 hmotnosť vzorky po tretom odieraní	1,918	3,013	1,806
	1,922	2,898	1,788
	1,925	3,117	1,780
	1,937	2,931	1,816
priemerná hodnota [g]	1,9255	2,98975	1,7975
smerodajná odchýlka	0,010025	0,119588	0,020137
variačný koeficient [%]	0,520642	3,999945	1,12028
meranie č. 8 – 4 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	2,417	3,763	2,426
	2,398	3,792	2,297
	2,299	3,744	2,310
	2,437	3,711	2,294
priemerná hodnota [g]	2,38775	3,7525	2,33175
smerodajná odchýlka	0,075042	0,041623	0,077423
variačný koeficient [%]	3,142812	1,109215	3,320397
prírastok hmotnosti [%]	24,01	25,52	29,70
množstvo pretečenej vody [ml]	3,00	1,00	1,00

Štvrté odieranie a následné zmáčanie:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 9 hmotnosť vzorky po štvrtom odieraní	1,907	3,097	1,780
	1,911	3,073	1,763
	1,916	3,114	1,760
	1,928	2,533	1,794
priemerná hodnota [g]	1,9155	2,95425	1,77425
smerodajná odchýlka	0,011158	0,344565	0,0194
variačný koeficient [%]	0,582509	11,66338	1,093442
meranie č. 10 – 5 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	2,461	3,722	2,321
	2,442	3,815	2,355
	2,320	3,741	2,303
	2,452	3,726	2,307
priemerná hodnota [g]	2,41875	3,751	2,3215
smerodajná odchýlka	0,081187	0,053207	0,02894
variačný koeficient [%]	3,35658	1,418479	1,24659
prírastok hmotnosti [%]	26,25	26,98	30,89
množstvo pretečenej vody [ml]	5,75	1,00	1,00

Piate odieranie a následné zmáčanie:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 11 hmotnosť vzorky po piatom odieraní	1,911	3,065	1,774
	1,917	2,642	1,752
	1,918	3,077	1,754
	1,928	3,029	1,788
priemerná hodnota [g]	1,9185	2,95325	1,767
smerodajná odchýlka	0,008631	0,255359	0,021024
variačný koeficient [%]	0,4499	8,646722	1,189802
meranie č. 12 – 6 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	2,532	3,812	2,374
	2,541	3,750	2,325
	2,359	3,817	2,302
	2,601	3,775	2,362
priemerná hodnota [g]	2,50825	3,7885	2,34075
smerodajná odchýlka	0,127504	0,038917	0,040662
variačný koeficient [%]	5,083401	1,027229	1,737123
prírastok hmotnosti [%]	30,69	28,31	32,48
množstvo pretečenej vody [ml]	6,00	1,13	1,13

Šieste odieranie a následné zmáčanie:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 13 hmotnosť vzorky po šiestom odieraní	1,900	3,037	1,737
	1,918	3,003	1,733
	1,911	3,046	1,735
	1,919	3,013	1,767
priemerná hodnota [g]	1,912	3,02475	1,743
smerodajná odchýlka	0,010724	0,024625	0,019698
variačný koeficient [%]	0,560868	0,814106	1,130104
meranie č. 14 – 7 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	2,625	3,923	2,398
	2,502	3,868	2,400
	2,423	3,917	2,342
	2,620	3,856	2,404
priemerná hodnota [g]	2,5425	3,891	2,386
smerodajná odchýlka	0,11986	0,041557	0,036056
variačný koeficient [%]	4,714271	1,068034	1,511128
prírastok hmotnosti [%]	32,95	28,63	36,89
množstvo pretečenej vody [ml]	8,50	1,50	5,50

Siedme odieranie a následné zmáčanie:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 15 hmotnosť vzorky po siedmom odieraní	1,902	2,255	1,671
	1,916	2,982	1,714
	1,915	2,485	1,693
	1,924	3,011	1,745
priemerná hodnota [g]	1,91425	2,68325	1,70575
smerodajná odchýlka	0,011152	0,457915	0,038592
variálny koeficient [%]	0,582597	17,06569	2,26249
meranie č. 16 – 8 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	2,570	3,955	2,330
	2,499	3,943	2,326
	2,515	3,907	2,310
	2,598	3,895	2,384
priemerná hodnota [g]	2,5455	3,925	2,3375
smerodajná odchýlka	0,056785	0,034986	0,039414
variálny koeficient [%]	2,230787	0,891356	1,68618
prírastok hmotnosti [%]	33,02	46,29	37,05
množstvo pretečenej vody [ml]	10,00	1,75	61,25

Prvý prací cyklus a následné zmáčanie:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 1 hmotnosť vzorky po prvom pracom cykle	2,778	4,014	2,306
	2,786	4,224	2,324
	2,783	4,360	2,264
	2,825	4,394	2,229
priemerná hodnota [g]	2,793	4,248	2,28075
smerodajná odchýlka	0,026439	0,211178	0,052282
variačný koeficient [%]	0,946603	4,971225	2,292302
meranie č. 2 – 1 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	3,291	4,953	2,834
	3,132	4,992	3,090
	3,279	5,341	2,873
	3,098	5,225	2,841
priemerná hodnota [g]	3,2	5,12775	2,9095
smerodajná odchýlka	0,121552	0,227924	0,148837
variačný koeficient [%]	3,798514	4,444914	5,115558
prírastok hmotnosti [%]	14,57	20,72	27,58
množstvo pretečenej vody [ml]	4,25	7,38	0,88

Druhý prací cyklus a následné zmáčanie:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 3 hmotnosť vzorky po druhom pracom cykle	2,783	3,895	2,314
	2,787	3,687	2,334
	2,781	3,806	2,275
	2,836	3,105	2,230
priemerná hodnota [g]	2,79675	3,62325	2,28825
smerodajná odchýlka	0,032193	0,435828	0,056235
variačný koeficient [%]	1,151078	12,02866	2,457555
meranie č. 4 – 2 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	3,390	5,368	2,987
	3,158	5,445	3,200
	3,448	5,482	3,109
	3,203	5,357	2,959
priemerná hodnota [g]	3,29975	5,413	3,06375
smerodajná odchýlka	0,172593	0,07398	0,136885
variačný koeficient [%]	5,23049	1,366705	4,467875
prírastok hmotnosti [%]	17,98	49,41	33,92
množstvo pretečenej vody [ml]	11,00	8,38	1,13

Tretí prací cyklus a následné zmáčanie:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 5 hmotnosť vzorky po tretom pracom cykle	2,780	3,243	2,299
	2,792	3,618	2,235
	2,792	3,325	2,117
	2,830	3,608	2,244
priemerná hodnota [g]	2,7985	3,4485	2,22375
smerodajná odchýlka	0,026636	0,236276	0,093794
variačný koeficient [%]	0,951811	6,851568	4,217845
meranie č. 6 – 3 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	3,485	5,285	3,076
	3,202	5,313	3,240
	3,435	5,345	3,135
	3,290	5,412	3,201
priemerná hodnota [g]	3,353	5,33875	3,163
smerodajná odchýlka	0,159559	0,066921	0,088674
variačný koeficient [%]	4,758687	1,253489	2,803464
prírastok hmotnosti [%]	19,76	54,8	42,22
množstvo pretečenej vody [ml]	14,63	12,00	1,67

Štvrtý prací cyklus a následné zmáčanie:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 7 hmotnosť vzorky po štvrtom pracom cykle	2,783	3,147	2,314
	2,798	3,654	2,341
	2,793	3,417	2,268
	2,822	3,529	2,386
priemerná hodnota [g]	2,799	3,43675	2,32725
smerodajná odchýlka	0,020273	0,264625	0,060526
variačný koeficient [%]	0,724299	7,699861	2,600744
meranie č. 8 – 4 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	3,580	5,154	3,420
	3,491	5,174	3,280
	3,544	5,584	3,242
	3,698	5,428	3,365
priemerná hodnota [g]	3,57825	5,335	3,32675
smerodajná odchýlka	0,107538	0,254295	0,09881
variačný koeficient [%]	3,005318	4,766544	2,97016
prírastok hmotnosti [%]	27,83	55,22	42,97
množstvo pretečenej vody [ml]	22,83	13,50	2,00

Piaty prací cyklus a následné zmáčanie:

	materiál č. 1	materiál č. 2	materiál č. 3
meranie č. 9 hmotnosť vzorky po piatom pracom cykle	2,803	3,194	2,284
	2,813	3,508	2,308
	2,810	3,152	2,241
	2,725	3,498	2,275
priemerná hodnota [g]	2,78775	3,338	2,277
smerodajná odchýlka	0,051492	0,234342	0,033985
variačný koeficient [%]	1,847063	7,02042	1,492547
meranie č. 10 – 5 zmáčanie hmotnosť mokrej vzorky	3,801	5,150	3,212
	3,420	5,118	3,692
	3,740	5,431	3,189
	3,518	5,346	3,228
priemerná hodnota [g]	3,61975	5,26125	3,33025
smerodajná odchýlka	0,220867	0,1856	0,296018
variačný koeficient [%]	6,101729	3,52768	8,888748
prírastok hmotnosti [%]	29,84	59,47	46,25
množstvo pretečenej vody [ml]	27,83	15,50	2,17